

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski

**Die Gesetzmäßigkeit der Nährstoffaufnahme
bei Mais (ZEA MAYS) unter Berücksichtigung
von Reifetypen und Düngung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Khalil Tahai
aus Schahsawar/Iran

Gießen 1972

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. E. von Boguslawski

**Die Gesetzmäßigkeit der Nährstoffaufnahme
bei Mais (ZEA MAYS) unter Berücksichtigung
von Reifetypen und Düngung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Khalil Tahai
aus Schahsawar/Iran

Gießen 1972



Dekan:

Prof.Dr. H. Schmutterer

1. Berichterstatter: Prof.Dr.Dr.h.c.E.von Boguslawski
2. Berichterstatter: Prof.Dr. N. Atanasiu

Tag der Prüfung: 24.10.1972

Meiner Mutter

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Methodik	5
2.1. Versuchsanlage	5
2.2. Standortbeschreibung und Witterungsverlauf	8
2.3. Untersuchungsmethoden	12
2.3.1. Vegetationskegeluntersuchungen	12
2.3.2. Weitere Untersuchungen	12
2.3.3. Chemische Untersuchungen	13
2.3.3.1. Bodenuntersuchungen	13
2.3.3.2. Untersuchungen der Erntesubstanz	13
3. Beschreibung der Ergebnisse	13
3.1. Untersuchungen am Vegetationskegel	13
3.2. Ertragsbildung	18
3.3. Weitere Ertragsanalysen	27
3.4. Der zeitliche Verlauf der Nährstoffaufnahme während der Vegetationszeit	27
3.4.1. Stickstoffaufnahme	30
3.4.2. Kaliumaufnahme	39
3.4.3. Phosphoraufnahme	44
3.4.4. Magnesiumaufnahme	47
3.4.5. Calcium- und Natriumaufnahme	47
3.5. Die Nährstoffverhältnisse	52
4. Diskussion der Ergebnisse	59
5. Zusammenfassung	69
6. Literaturübersicht	71
7. Anhang	75

1. Einleitung und Fragestellung

Der Mais ist eine Pflanze der wärmeren Gebiete. Seine Heimat ist Mexiko und Zentralamerika. Hauptanbaugebiete sind die Vereinigten Staaten, Argentinien, Brasilien, UdSSR und die Balkanländer (MUDRA 1970, KÄMPF 1971). Auch im Iran hat der Maisanbau in den letzten Jahren eine gewisse Bedeutung erlangt. Die weite Verbreitung läßt die große ökologische Streubreite dieser Kulturpflanze erkennen. Der Mais liegt im Weltanbau flächen- und ertragsmäßig an dritter Stelle (hinter Weizen und Reis). In vielen Ländern der Welt wird der Mais zur menschlichen Ernährung angebaut, in Westeuropa kommt dagegen hauptsächlich die Verwertung als Futterpflanze oder die industrielle Verarbeitung in Betracht.

Die veränderten wirtschaftlichen Verhältnisse haben in den letzten Jahren in der Landwirtschaft zu einer Rationalisierung und Vereinfachung der Betriebe geführt, damit ist gleichzeitig eine Ausweitung des Maisanbaues in der Bundesrepublik Deutschland einhergegangen (LIESEGANG 1965). Eine weitere Voraussetzung waren die Fortschritte in der Hybridzüchtung, die in den letzten Jahren für die verschiedensten Klimate ökologisch angepaßte Sorten zur Verfügung stellte (STÄHLIN 1968). Nach LIESEGANG (1965) ist in den letzten 30 Jahren die Ertragsleistung um 15-30 v.H. gestiegen, RINTELEN (1971) nennt 35% und mehr. Die Mehrerträge der Hybridsorten sind zum Teil auf das tiefgreifendere Wurzelsystem zurückzuführen, das die Nährstoffe und den Wasservorrat des Bodens besser ausnützt. Sie besitzen daneben eine hohe Standfestigkeit, sind widerstandsfähiger gegen Trockenheit sowie gegen

pflanzliche und tierische Schädlinge (ZSCHEISCHLER-GROSS 1966). Weitere Voraussetzungen für die Verbreitung des Maises sind Entwicklungen der Landtechnik, welche einen vollmechanisierten Anbau einschließlich der Ernte ermöglichen.

In der Fruchtfolge gilt Mais als Blatt-Hackfrucht. Er ist in der Lage, Hackfrüchte wie Kartoffeln, Futter- und Zuckerrüben, die aus rein arbeitswirtschaftlichen Überlegungen in vielen Betrieben einer Vereinfachung der Betriebsorganisation im Wege stehen, zu ersetzen (LIESEGGANG 1965).

MERKENSCHLÄGER, 1940, (zit. nach BROUWER 1970) hat versucht, den Mais nach seiner Konstitution zu beschreiben und ein Charakterbild der Maispflanze zu entwerfen. Danach ist es sehr schwer, ihn in die Gruppierung der in Deutschland eingebürgerten Kulturpflanzen einzuordnen. Schon die Frage, ob der Mais den humiden oder den ariden Konstitutionen zuzuordnen sei, ist kaum sicher zu beantworten, da sein Blatt auf einen wolkenlosen Himmel physiologisch ausgerichtet ist, während das Wurzelsystem auf einen humiden Typ schließen läßt. Der Mais ist eine Lebensform, zu deren Lebensstil "zuckende Blitze, kurze Regengüsse und langstündiger Sonnenschein gehört".

Da der Mais eine Kurztagpflanze ist, wirkt die Verkürzung der natürlichen Beleuchtung auf täglich 10-12 Stunden in den ersten Wochen nach dem Aufgang auf die Vegetationsdauer beschleunigend (BROUWER 1970). Die generative Entwicklung der Maispflanze wird durch gleichmäßige Zunahme der Tageslänge kontinuierlich gehemmt, das vegetative Wachstum gleichzeitig gefördert (NIOPEK 1960). Nach v. BOGUSLAWSKI, LIMBERG und SCHNEIDER (1963)

ist der Pflanzenenertrag das Ergebnis eines polyfaktoriellen Wirkungssystems. Die Faktorenkomplexe sind Klima, Boden, Nährstoffe sowie die Produktivkräfte des jeweiligen Pflanzenbestandes und ihr Zusammenwirken. Da die Entwicklung der Pflanze vom Zusammenwirken verschiedener Faktoren abhängt, soll die Pflanze diesen Faktoren angepaßt sein, damit die Differenzierung der Organe und das Wachstum am Standort optimal verlaufen können (v. BOGUSLAWSKI 1959).

Nach NIOPEK (1960) ist für das bekannte langsame Anfangswachstum des Maises die Temperatur die stärkste Ursache. Die niedrige Temperatur hemmt vor allem den Übergang zur generativen Phase. Auch der Wasserbedarf der Maispflanze ist hoch, sie ist nicht trockenhold, wie man behauptet hat. BELLMANN und RÄUBER (1967) berichten, daß mit zunehmender Temperatur und abnehmendem Niederschlag bis zu einem gewissen Grad die Massenbildung steigt. Das Temperaturoptimum liegt bei 16-17° C und Niederschlägen von ca. 45 mm pro Monat. HANKE (1959) und SCHWARZER (1962) stellen fest, daß die Dauer der Entwicklungsphasen und die Ertragsbildung stark witterungsabhängig sind. Ein wesentlicher Faktor, der die Entwicklung beeinflußt, sind die Nährstoffe (SHAABAN 1968). Auch LIEBIG und MITSCHERLICH und andere Autoren haben auf die Wichtigkeit der Nährstoffe hingewiesen (ZSCHEISCHLER 1966, BROUWER 1971). Nach NIOPEK (1960) beschleunigt der Stickstoff die Entwicklung der Maispflanze. Er ist nicht nur in der Lage, die Entwicklungsphasen zu verkürzen, sondern beeinflußt die Ertragskomponenten und damit auch die Ertragsbildung (LIMBERG 1960, SCHMALFUS 1966 und DEBRECZENI 1967). KÜRTE (1965) weist auf die Bedeutung des Phosphors bei der Entwicklung der Pollen und der Narben hin. Auch Kalium und andere Nährstoffe spielen bei der Ertragsbildung eine

große Rolle. Kalium ist für den Wasserhaushalt der Maispflanze wichtig (KLAPP 1967 und MENGEL 1968).

Um die Entwicklung der Pflanze zu definieren, kann man zwei Abschnitte unterscheiden: Erstens die vegetative Phase, in welcher die Vermehrung und Vergrößerung der vegetativen Organe (Blatt, Stengel und Wurzel) abläuft, und zweitens die generative reproduktive Phase, in der die Bildung der Blüte mit funktionsfähigen weiblichen und männlichen Gameten, die Befruchtung und die Bildung keimfähiger Samen stattfindet (RUDORF 1957, KLAPP 1967).

Der maximale Pflanzenertrag wird dann erreicht, wenn die artspezifischen Ansprüche der Pflanze an Nährstoffen bekannt sind, und sie ausreichend damit versorgt wird.

Um das Nährstoffbedürfnis festzustellen, sind ausführliche Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Nährstoffversorgungen auf die Ertragsbildung unerlässlich. Es ist weiterhin die Frage zu klären, wie die Entwicklungskriterien (Phasen und Stadien) durch unterschiedliche Düngungen beeinflusst werden. Die Aufgabe dieser Arbeit ist es, den Einfluß unterschiedlichen Düngungsniveaus bei drei, verschiedenen Reifegruppen angehörenden, Maisbiotypen auf die Ertragsbildung zu untersuchen. Weiter sind die Beziehungen zwischen Entwicklungskriterien, Nährstoffgehalten und Nährstoffentzug sowie dem Verhältnis der Nährstoffe in der Pflanze einerseits und der Düngung andererseits zu ergründen.

2. Methodik

2.1. Versuchsanlage

Zur Klärung der aufgeworfenen Fragen wurden 1970 und 1971 Versuche auf dem Versuchsfeld des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung in Gießen durchgeführt. In beiden Jahren kam ein polyfaktorieller Feldversuch in Blockanlage mit vierfacher Wiederholung nach folgendem Plan zur Anlage.

Lageplan

				A _{III}					B _{III}					C _{III}
				A _{II}					B _{II}					C _{II}
				A _I					B _I					C _I
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.						
Zeilernte														

Faktor 1: Sorte

A Hymador, mittelfrühe Hybridsorte (FAO 230), Kreuzung von Zahn- und Hartmais mit geringem Kornertrag, resistent gegen Stengelfäule, gute Kälteverträglichkeit, Wuchshöhe mittel bis lang. Als Silomais ist der Ertrag an Gesamttrockenmasse gering bis sehr gering.

B Inrakorn, mittelspäte Doppelhybride (FAO 280), Kälteverträglichkeit in der Jugend mittel bis gut, Wuchshöhe mittel bis lang, hoher Kornertrag, widerstandsfähig gegen Stengelfäule. Als Silomais ist der Ertrag an Gesamttrockenmasse hoch.

C Markant, spätreifende Doppelhybride (FAO 300), Kälteverträglichkeit in der Jugend gut, resistent gegen Stengelfäule, Kornertrag mittel bis hoch. Als Silomais ist der Ertrag an Gesamttrockenmasse hoch.

Faktor 2: Düngung

I ohne Mineraldüngung

II $N : K : P = 1,0 : 1,25 : 0,4$

75 kg/ha N : 94 kg/ha K : 30 kg/ha P

III $N : K : P = 1,0 : 1,25 : 0,4$

150 kg/ha N : 188 kg/ha K : 60 kg/ha P

Standraum: $25 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 1250 \text{ cm}^2$ pro Pflanze

Teilstückgröße zur Anlage: $4,25 \text{ m} \times 1,50 = 6,375 \text{ m}^2$

Teilstückgröße zur Ernte: $3,75 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} = 3,75 \text{ m}^2$

Bei jedem Schnitt sind 30 Pflanzen geerntet worden. Die Düngung erfolgte bei der Aussaat. Die Saat- und Aufgangstermine beider Versuchsjahre sind der folgenden Aufstellung zu entnehmen:

	<u>1970</u>	<u>1971</u>
Aussaat:	8.5.	24.4.
Aufgang:		
Hymador	22.5.	12.5.
Inrakorn	21.5.	12.5.
Markant	22.5.	14.5.

Das Saatgut war mit TMDT gebeizt.

Zur Beobachtung der Ertragsbildung und des Verlaufes der Nährstoffaufnahme wurden neun Zeiternten durchgeführt, deren Kriterien und Daten nachfolgend aufgeführt sind:

<u>Ernteplan</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>
1. Schnitt bei Stadium "A" (Rispen- astanlage)	19. 6.	7.6.
2. Schnitt bei Schossen	1. 7.	25.6.
3. Schnitt bei "B" (Blüten an der Rispe)	9. 7.	1.7.
4. Schnitt bei Erscheinen der Rispe	22. 7.	15.7.
5. Schnitt bei Erscheinen der Quasten (Blüten und Befruchtung)	3. 8.	26.7.
6. Schnitt bei Ende der Blüte	13. 8.	2.8.
7. Schnitt bei Milchreife	Hymador	25. 8.
	Inrakorn	25. 8.
	Markant	7. 9.
8. Schnitt bei Teigreife	Hymador	17. 9.
	Inrakorn	17. 9.
	Markant	5.10.
9. Schnitt bei Vollreife	Hymador	5.11.
	Inrakorn	5.11.
	Markant	5.11.

Bis zum sechsten Schnitt wurde die gesamte Pflanze aufgearbeitet, vom 7. Schnitt an in Blatt, Kolben und Stengel getrennt. Beim 9. Schnitt wurde der Kolben nochmals in Korn und Spindel unterteilt. Die Ergebnisse jedes Erntetermins wurden varianzanalytisch verrechnet, die von v. BOGUSLAWSKI, LIMBERG und SCHNEIDER (1963) entwickelte Gleichung (3. Annäherungsgesetz) wurde zur Auswertung verwendet.

$$Y = M \times 10^{-z} \left| \log \frac{x}{m} \right|^n$$

Y = der Ertrag

x = die Zeit in Tagen

M = der Maximalertrag, der im Laufe der Vegetation erzielt wird.

m = die Zahl der Tage, welche erforderlich ist, um das Maximum (M) zu erreichen.

z = Konstante, welche für die Intensität und Steilheit des Anstieges bezeichnend ist.

n = Exponent, der größer als eins ist und zusammen mit z die Form der Kurve besonders im letzten Teil bestimmt.

In dieser Funktion ist M als der tatsächlich im Verlauf der Vegetation erreichte Höchstertrag der wichtigste Teil. Die Formel ist eine Verbesserung der Mitscherlich'schen Wachstumsgleichung und läßt vor allem eine wirklichkeitsnähere Berechnung des S-förmigen Verlaufs der Wachstumskurve zu (MITSCHERLICH 1916).

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe der elektronischen Rechenanlage "ZUSE 23" der Justus Liebig-Universität Gießen durchgeführt.

2.2. Standortbeschreibung und Witterungsverlauf

In beiden Jahren wurden die Versuche auf einem schweren alluvialen Lehm Boden des Gießener Versuchsfeldes durchgeführt. Das Versuchsfeld liegt 150 m über NN am westlichen Ufer der Lahn. Die Niederschläge betragen im langjährigen Mittel 621 mm bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von ca. 8,4° C. Die Bodendaten sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 1

PH (KCl)	C %	mg in 100 g Boden				
		N	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	Mg
6,3	1,41	173	8,2	12	19	18

Der Tongehalt liegt bei ca. 33 %. Bei einer Feldkapazität von 38,5 % nimmt das tote Bodenwasser mit 16,4 % wegen des hohen Tongehaltes einen beachtlichen Anteil ein. Das ergibt 22,1 % nutzbares Wasser (KHAVIDI 1968).

Witterungsverlauf

Aus den Abb. 1 und 2 ^{und den} der Tab. im Anhang (1 und 2) sind die Witterungsverhältnisse der Versuchsjahre ersichtlich. Im Klimadiagramm (nach WALTER) (Abb. 2) ist das zehnjährige Mittel (1960-1970) der Temperatur und Niederschläge aufgetragen. Daraus geht hervor, daß der Standort Gießen die höchste Niederschlagsmenge im August aufweist. Ein zweites Maximum liegt im November und Dezember.

1970 war die Witterung mit dem langjährigen Mittel fast identisch (Abb. 1 und 2). Nach feuchtem Frühjahr folgte ein nasser, kühler Juli, dem sich ein August mit hoher Temperatur und geringem Niederschlag anschloß. Im Klimadiagramm ist eine Trockenperiode zu erkennen.

1971 zeigte einen vom langjährigen Mittel abweichenden Witterungsverlauf. Schon im Februar und März tritt eine Dürreperiode auf, deren Nachwirkung eine frühere Aussaat

ABB:1

Witterungsverlauf von 1970 u. 1971
Klimadiagramm nach WALTER

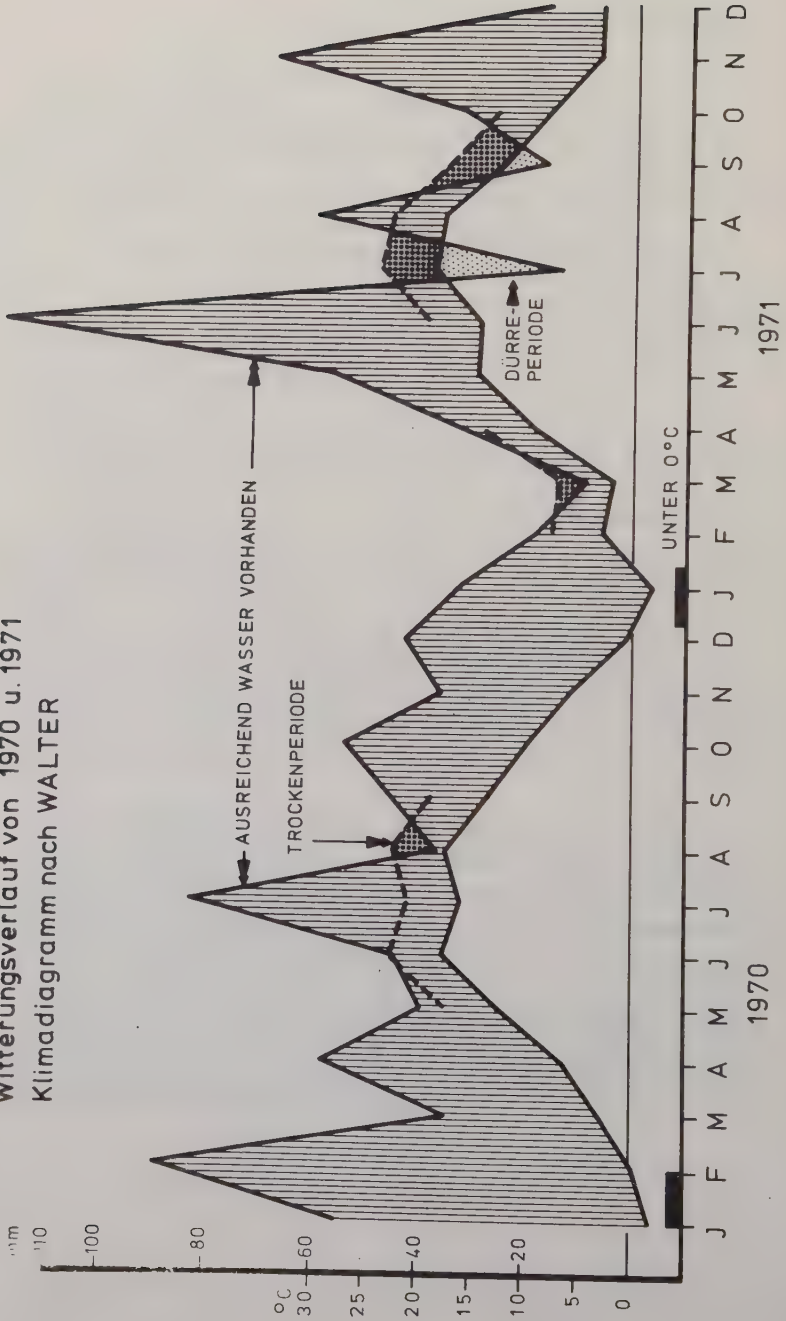
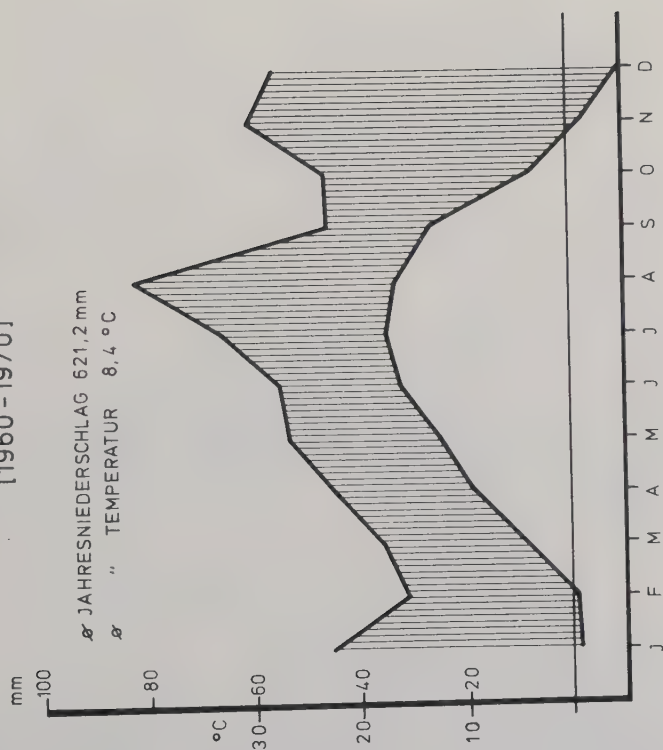


ABB.2

LANGJ. MITTEL [10-jährig]
[1960-1970]



des Maises erlaubte. Während der Juni kühl und feucht war, herrschte vom Juli bis Oktober, also in einer Zeit hohen Wasserverbrauches des Maises, eine relativ trockene und warme Witterungsperiode. Zwar brachte der August mit 50 mm Niederschlag etwas Feuchtigkeit, trotzdem trat der Faktor Wasser auf dem schweren Boden als Minimumfaktor in Erscheinung. In den Monaten Juni und September sind Dürreperioden (nach WALTER) eingetreten.

2.3. Untersuchungsmethoden

2.3.1. Vegetationskegeluntersuchungen

Zur Beobachtung der Entwicklung von Rispe und Kolben des Maises wurde in beiden Jahren der Vegetationskegel bei folgenden Entwicklungsstadien mikroskopisch untersucht und fotografiert.

2.3.1.1. a) Rispe

1. Stadium "D" (Determination)
2. Stadium "A" (Rispenastanlage)
3. Stadium "B" (Blüten an Hauptast)
4. Stadium "B" (Blüten an Nebenast)

2.3.1.2. b) Kolben

1. Stadium "D"
2. Verdoppelung der Blütenanlage

2.3.2. Weitere Untersuchungen

Zur Feststellung von Wuchshöhe, Kolbenlänge, Zahl der Körnerreihe am Kolben, Bekörnungszahl und TKG sind in jedem Teilstück Messungen durchgeführt und gesonderte

Proben entnommen worden.

2.3.3. Chemische Untersuchungen

2.3.3.1. Bodenuntersuchungen

Zur Charakterisierung der chemischen Bodeneigenschaften wurden Bodenproben nach folgenden Methoden untersucht (NEHRING 1960).

Kohlenstoff (C) nach RAUTERBERG/KREMKUS

Gesamtstickstoff (N) nach KJELDAHL/JODLBAUER/
FÖRSTER

K₂O und P₂O₅ Doppellaktatmethode nach EGNER/RIEM

Magnesium (Mg) nach SCHACHTSCHABEL

PH (KCl) elektrometrisch

2.3.3.2. Untersuchungen der Erntesubstanz

Von jeder Zeiternte wurde eine Durchschnittsprobe, wie beschrieben, entnommen und darin die Nährstoffe nach folgenden Methoden untersucht:

Gesamt N nach KJELDAHL

Phosphat (P) colorimetrisch nach GERICKE und KURMIES

Kationen (K, Na, Ca und Mg) flammenfotometrisch mit
Eppendorf-Fotometer

3. Beschreibung der Ergebnisse

3.1. Untersuchungen am Vegetationskegel

Durch Beobachtungen am Vegetationskegel wird der Verlauf der Entwicklung in frühen Stadien erkannt und die Einflüsse der Umwelt bzw. der unterschiedlichen Behandlung der Pflanzen auf die Geschwindigkeit dieser Entwicklung

festgestellt. Ausführliche Untersuchungen sind u.a. an Gramineen durchgeführt worden (NOGUSHI 1929, WEBER 1938, BONNET 1940, ANDERSON 1952, BOMMER 1959, NIOPEK 1960. BRETSCHNEIDER 1965 und BANERJEE und WIENUS 1965).

Als Beginn der generativen Phase beim Mais wird die Determination der Rispe (Stadium "D") bezeichnet. Die weitere Entwicklung läuft über die Bildung der kugeligen Blütenanlage bei der Rispe, die Bildung der Hüllspelzenanlage und schließlich die Differenzierung von zwei Spelzen und drei Staubbeuteln. In gleicher Weise erfolgt die Hüllspelzen- und Ährchenbildung am Kolben. Die Entwicklung des Kolbens schließt mit der Bildung des Fruchtknotens und der Narben ab (NIOPEK 1960).

Der Verlauf der Entwicklung des Vegetationskegels ist aus der Tab. 2 für 1970 und Tab. 3 für 1971 und Abb. 3 zu ersehen. Am Anfang der Entwicklung traten zwischen den Sorten und Düngungsstufen 1970 keine wesentlichen Unterschiede auf. Erst ab Stadium "B" (Blüte am Hauptast) ist eine Differenzierung zwischen früh- und spätreifenden Sorten zu erkennen. Während die mittelfrühreifende Sorte "Hymador" ohne Düngung 1970 in 40 Tagen das Stadium "B" (Blüte am Hauptast) erreichte, benötigte die mittelspät-reifende Sorte "Inrakorn" 47 Tage und spätreifende Sorte "Markant" 50 Tage. Mit steigender Düngung verkürzt sich die Entwicklungsphase, und der Abstand zwischen den Sorten verringert sich, so daß bei der Düngungsstufe III Hymador das Stadium "B" in 38, Inrakorn in 40 und Markant in 42 Tagen erreichen.

Im zweiten Jahr begannen die Unterschiede schon ab Stadium "D" erkennbar zu werden. Zum Beispiel erreicht Hymador das Stadium "Rispen-schieben" 7-10 Tage früher als

Tabelle 2

Sorte	Düngungs- stufe	Aufgang am:	♂						♀						Aufg. bis voll- reife (Tage)
			Aufgang bis "D"	Aufgang bis "A"	Aufgang bis "B"	Aufgang bis "B"	Aufgang bis "B"	Aufgang bis "B"	Aufgang bis "B"	Aufgang bis "B"	Aufgang bis "D"	Aufgang bis "D"	Aufgang bis "D"	Aufgang bis "D"	
Lira- Hymador	I	12.5.	19	28	40	46	55	48	55	59	69	90	118	139	139
	II	22.5.	19	23	38	43	55	46	53	59	69	90	118	139	
	III	22.5.	19	28	38	43	55	46	53	59	69	90	118	139	
Markant	I	21.5.	20	26	47	50	58	50	58	72	82	91	122	148	148
	II	21.5.	20	26	42	47	58	50	56	72	82	91	122	148	
	III	21.5.	20	26	40	47	58	46	54	70	80	91	122	148	
Markant	I	22.5.	19	28	50	55	62	52	58	82	92	99	137	168	168
	II	22.5.	19	28	44	48	59	52	55	79	89	99	137	168	
	III	22.5.	19	28	42	46	57	46	53	79	89	99	137	168	
Lira- Hymador	I	12.5.	27	31	43	52	64	53	59	71	79	95	111	132	132
	II	12.5.	20	27	41	47	59	49	55	67	75	93	111	132	
	III	12.5.	20	27	41	47	59	49	55	67	75	93	111	132	
Lira- Hymador	I	12.5.	23	28	43	55	68	55	61	78	86	98	118	139	139
	II	12.5.	20	27	41	49	66	52	58	75	83	96	118	139	
	III	12.5.	20	27	40	49	66	50	58	75	83	96	118	139	
Markant	I	14.5.	23	29	45	56	71	57	64	81	89	115	124	149	149
	II	14.5.	23	29	44	51	69	55	62	79	87	111	124	149	
	III	14.5.	23	29	44	51	69	55	62	79	87	111	124	149	

Tabelle 3



Stadium "D" (Determination)



Stadium "A" (Rispenastanlage)

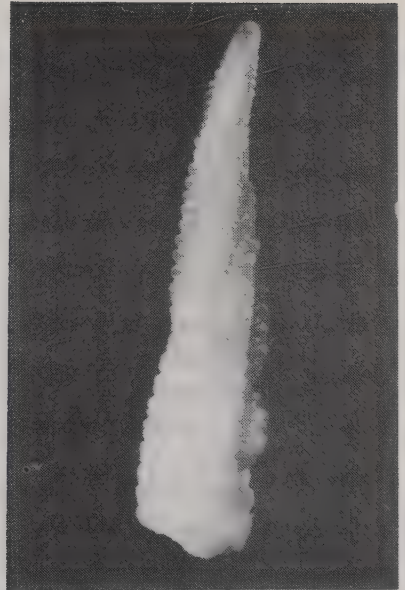


Stadium "B"
(Blüte an Haupt- und Nebenast)

b Kolben



Stadium "D"



Verdoppelung der Blüte beim
Kolben

Markant. Inrakorn bewegte sich entsprechend seiner Reifegruppe zwischen den beiden genannten Sorten. Der Einfluß der Düngung auf die Dauer der Entwicklungsphasen ist 1971 eindeutig vorhanden, aber nicht so stark ausgeprägt wie 1970. Das ist wohl auf die Trockenheit im zweiten Jahr zurückzuführen. Die Dauer der Entwicklung bis zum Erscheinen der Blüte verläuft 1971 bei den früher reifenden Typen langsamer als 1970, während Markant in beiden Jahren dieselbe Entwicklungszeit zeigt. Das kann mit dem abweichenden Verhalten der Temperatur nach dem Aufgang in beiden Jahren erklärt werden. Wie Tab. 3 zeigt, erreicht A_{III} das Stadium "Quasten" (Blühen) 1970 in 59 Tagen und 1971 in 67 Tagen. Bei B_{III} beträgt die Differenz noch 5 Tage. Markant zeigt hier keine Unterschiede, wohl aber bei früheren Stadien. Während demnach die Entwicklung bis zu diesem Stadium 1971 langsamer verläuft, tritt in der Zeit bis zur Vollreife, bedingt durch die Witterung, eine Umkehrung der Verhältnisse ein. Alle Varianten weisen 1971 eine Verkürzung der Vegetationsdauer auf, die bei Markant, der spätreifenden Sorte, am meisten ausgeprägt ist.

3.2. Ertragsbildung

Nach v. BOGUSLAWSKI, LIMBERG und SCHNEIDER (1963) ist die Ertragsbildung nicht eine einmalige Reaktion, sie weist eine Zeitfunktion auf. Die Ertragsbildung ist eine komplizierte Verknüpfung von aufeinander folgenden und mit Wachstum verbundenen Reaktionen.

Mit der Ernte zu charakteristischen Zeitpunkten sollte versucht werden, die Abweichungen im Entwicklungsrhythmus der Biotypen in Abhängigkeit von der Düngung zu erfassen. Wie beschrieben, sind neun Zeiternten durchgeführt

worden, deren Ergebnisse in Tab. 4 für 1970 und Tab. 5 für 1971 aufgeführt sind. Die Tab. 6 zeigt die zu jedem Schnitt gehörenden Grenzdifferenzen. In den Abb. 4 und 5 (nur bei Inrakorn) sind die errechneten Ertragskurven den ermittelten Werten gegenübergestellt. Für das Jahr 1970 ergibt sich eine gute Übereinstimmung der errechneten mit den ermittelten Werten.

Der Gesamtertrag nimmt im allgemeinen bis zur Teigreife zu, danach ist, bedingt durch Blattverluste, ein leichter Rückgang festzustellen. Den höchsten TM-Ertrag erreicht 1970, wie erwartet, Markant in der hohen Düngungsstufe (C_{III}) mit 163 dz/ha beim 8. Schnitt, während der Höchstertrag bei Hymador (A_{III}) zum selben Zeitpunkt nur bei 125 dz/ha liegt. Inrakorn (B_{III}) nimmt mit 140 dz/ha eine Mittelstellung ein. Diese Sortendifferenzierung ist von der ersten Zeiternte an festzustellen. Wie aus den Tab. 4 und 5 zu entnehmen ist, steigen die Kolbenenerträge von der Milchreife bis zur Vollreife an, während der Stengelertrag im gleichen Zeitpunkt abnimmt. Da der Stengel ein Speicherorgan für Kohlenhydrate der Maispflanze ist, wird ein Teil dieser Stoffe in den Kolben zur Körnerbildung wandern oder zur Atmung der Pflanze verbraucht. Daher wird der Stengelertrag bis zu 40 % und mehr absinken (MÜHLING 1962, CRÖSSMANN 1967, STÄHLIN und SCHÄFER 1968).

Den höchsten Blatt- und Stengelertrag brachte die Sorte Markant. Während Hymador niedrige Blatt- und Stengelerträge aufweist, nimmt Inrakorn eine mittlere Stellung ein (7. und 8. Zeiternte). Die Sortenunterschiede sind am deutlichsten bei den Kolbenenerträgen. Inrakorn (B_{II}) liegt mit 81,2 dz/ha bei der Vollreife an der Spitze,

Pflanz-Nr.	Tage n.Auf- gang	Hymador		Tage n.Auf- gang	$\bar{w}$ N:K:P 150:188:60 kg/ha	Intrakorn		Tage n. Aufg.	Markant		III
		I unge- düngt	I N:K:P 75:94:30 kg/ha			I	II		I	II	
1. Gesamt	27	0,48	0,81	27	0,78	0,74	1,12	27	0,88	0,91	1,10
2. " "	39	3,22	4,03	39	4,26	4,91	5,23	39	4,99	4,76	5,33
3. " "	47	10,1	12,3	47	10,8	9,47	14,3	47	8,62	12,2	11,8
4. " "	60	21,7	23,2	60	23,4	23,4	31,3	60	24,6	30,4	30,2
5. " "	72	43,3	46,7	72	49,3	41,3	56,1	72	43,2	55,9	60,0
6. " "	82	53,6	64,1	84	73,8	64,2	76,4	82	52,8	74,7	84,6
7. Gesamt	94	77,7	95,5	94	112,3	73,4	98,8	106	93,5	129,8	138,8
Stengel		35,3	40,6		36,2	38,5	44,5		39,2	53,2	55,1
Blatt		29,4	36,6		33,2	24,7	36,9		35,3	48,0	53,0
Kolben		13,0	18,3		18,0	10,3	17,4		19,1	28,6	30,7
8. Gesamt	116	100,0	120,3	116	125,0	103,9	137,7	137	104,4	143,1	163,9
Stengel		26,6	34,5		34,9	34,9	44,0		32,8	43,7	45,7
Blatt		31,3	34,2		36,3	30,2	35,1		29,6	38,5	47,2
Kolben		42,2	51,6		53,9	38,7	58,5		42,0	60,9	70,1
9. Gesamt	139	83,4	107,9	148	101,8	110,0	135,2	168	83,3	123,9	127,0
Stengel		18,7	17,9		20,4	23,8	28,1		16,2	27,2	23,0
Blatt		28,0	24,7		27,1	29,8	25,8		20,7	35,0	34,4
Kolben		40,9	65,3		54,2	56,3	81,2		46,4	62,2	69,7
Spindel		7,19	9,01		8,97	7,28	11,8		9,31	12,2	14,4
Korn		33,7	56,3		45,1	49,0	69,4		37,1	50,0	55,3

Tabelle 5

Maisertrag in dz/ha TM 9 7 1

Ernte-Nr.	Hymador			Inrakorn			Markant				
	I unge- düngt	N:K:P 75:94:30 kg/ha	II N:K:P 150:188:60 kg/ha	Tage n.Auf- gang	I	II	III	Tage n.Auf- gang	I	II	III
1. Gesamt	26	1,30	1,51	26	1,16	1,23	1,39	26	1,36	1,21	1,36
2. "	44	4,53	6,50	44	6,17	6,43	6,33	44	5,65	6,19	6,69
3. "	50	6,36	8,71	50	9,24	10,1	8,41	50	8,69	8,63	11,0
4. "	64	19,9	22,2	64	30,2	32,7	31,5	64	28,2	31,9	33,7
5. "	75	31,7	33,4	75	48,5	48,7	52,3	75	49,4	56,8	52,7
6. "	82	32,9	42,1	82	53,8	55,8	58,3	82	61,0	63,5	69,3
7. Gesamt	96	63,7	61,5	96	80,8	83,2	84,7	111	89,9	98,9	99,4
Stengel	19,5	18,3	19,1		31,5	31,7	33,2		25,2	26,4	26,6
Blatt	20,8	22,5	22,8		30,0	31,3	32,2		30,4	33,2	36,4
Kolben	23,5	20,7	21,7		19,9	20,0	19,3		34,3	39,3	36,4
8. Gesamt	111	69,8	81,3	118	104,2	104,6	103,4	124	122,9	128,9	128,3
Stengel	13,7	17,9	16,3		26,7	26,9	28,1		25,2	26,7	25,6
Blatt	20,7	22,5	22,4		28,7	30,8	31,2		33,2	40,1	37,9
Kolben	35,5	40,8	36,8		48,7	46,9	44,1		64,5	62,1	64,8
9. Gesamt	132	69,9	78,8	139	105,7	115,2	122,8	149	115,6	133,4	118,1
Stengel	8,85	9,61	9,96		16,6	18,8	20,9		17,0	19,0	34,8
Blatt	16,3	21,0	23,8		25,7	28,5	32,8		33,0	44,8	16,0
Kolben	44,7	48,2	45,1		65,4	67,9	69,1		65,6	69,6	67,3
Spindel	6,19	7,23	6,85		8,79	8,78	9,03		10,7	12,6	11,3
Korn	38,5	41,0	38,2		56,6	59,1	60,1		54,9	57,0	56,0

Tabelle 6

Grenzdiffferenz 1 9 7 0

Ernte- Nr.	Düngung			GD Sorte			GD Sorte/Düngung		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
1	0,12	0,16	0,22	0,12	0,16	0,22	0,22	0,23	0,39
2	0,66	0,89	1,18	0,66	0,89	1,18	1,23	1,52	2,03
3	1,31	1,77	2,36	1,31	1,77	2,36	2,28	3,07	4,10
4	2,69	3,63	4,83	2,69	3,63	4,83	4,65	6,29	8,38
5	3,73	5,04	6,72	3,73	5,04	6,72	6,46	8,73	11,6
6	5,25	7,09	9,45	5,25	7,09	9,45	9,08	12,3	16,4
7	5,45	7,37	9,82	5,45	7,37	9,82	9,43	12,7	17,0
8	8,53	11,5	15,4	8,53	11,5	15,4	14,8	19,9	26,6
9	10,3	14,0	18,6	10,3	14,0	18,6	17,9	24,2	32,3
1 9 7 1									
1	0,023	0,031	0,041	0,023	0,031	0,041	0,040	0,054	0,072
2	0,028	0,037	0,050	0,028	0,037	0,050	0,050	0,065	0,087
3	0,18	0,24	0,42	0,18	0,24	0,42	0,31	0,42	0,56
4	0,10	0,13	0,17	0,10	0,13	0,17	0,17	0,23	0,30
5	0,15	0,20	0,27	0,15	0,20	0,27	0,13	0,26	0,47
6	0,14	0,20	0,26	0,14	0,20	0,26	0,25	0,34	0,45
7	0,95	1,28	1,70	0,95	1,28	1,70	1,64	2,22	2,95
8	0,66	0,90	1,20	0,66	0,90	1,20	1,15	1,55	2,07
9	1,79	2,42	3,23	1,79	2,42	3,23	3,10	4,19	5,59

während Hymador (A_{II}) zum selben Zeitpunkt mit einem Kolbenenertrag von 65,3 dz/ha erheblich abfällt. Markant liegt mit 69,7 dz/ha zwischen den beiden Sorten.

Bei einer erhöhten Düngergabe ist allgemein mit einer Steigerung der Erträge zu rechnen. In einigen Fällen trat eine leichte Depression ein (Hymador- Gesamtertrag 9. Zeiternte). Die Wirkung der Düngung ist am Korn- und Kolbenenertrag sehr deutlich zu erkennen. Die Steigerung von Düngungsstufe I zu II bringt bei Inrakorn einen Mehrertrag von 19,6 dz/ha Korn, während die weitere Steigerung (II zu III) nur noch 1,4 dz/ha Mehrertrag bringt. Bei der frühreifenden Sorte Hymador tritt die beschriebene Depression von 11,2 dz/ha ein.

Auch im zweiten Jahr sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Reifegruppen angehörenden Sorten im Gesamtertrag groß. Generell liegt das Ertragsniveau 1971 wegen den besonderen Witterungsbedingungen aber niedriger als 1970. Wie im ersten Versuchsjahr liegt Hymador (A_{II}) mit einem Höchstertag von 81,3 dz/ha bei der Teigreife am niedrigsten, Markant als spät reifende Sorte (C_{II}) bringt mit 133,4 dz/ha in der Vollreife den Höchstertag des Versuches (Tab. 5). Auch mit Blatt- und Stengelertrag liegt Markant wie 1970 an der Spitze. Der höchste Korn- ertrag ist wieder in diesem Jahr bei Inrakorn (B_{III}) mit 60,1 dz/ha festgestellt worden, ihm folgt Markant (C_{II}) mit 57 dz/ha, und zuletzt Hymador (A_{II}) mit 41 dz/ha.

In der Tab. 15 sind die prozentualen Anteile der verschiedenen Fraktionen für die 7. und 9. Zeiternte getrennt nach Sorten und Düngungsstufen aufgeführt. Während bei der Düngungsstufe I (ohne Mineraldüngung) sich keine wesentlichen Abweichungen innerhalb der Sorten

ABB. 4 Zeitertragskurve der Sorte Jnrakorn
in Abhängigkeit von der Düngung
Jnrakorn TM dz/ha 1970

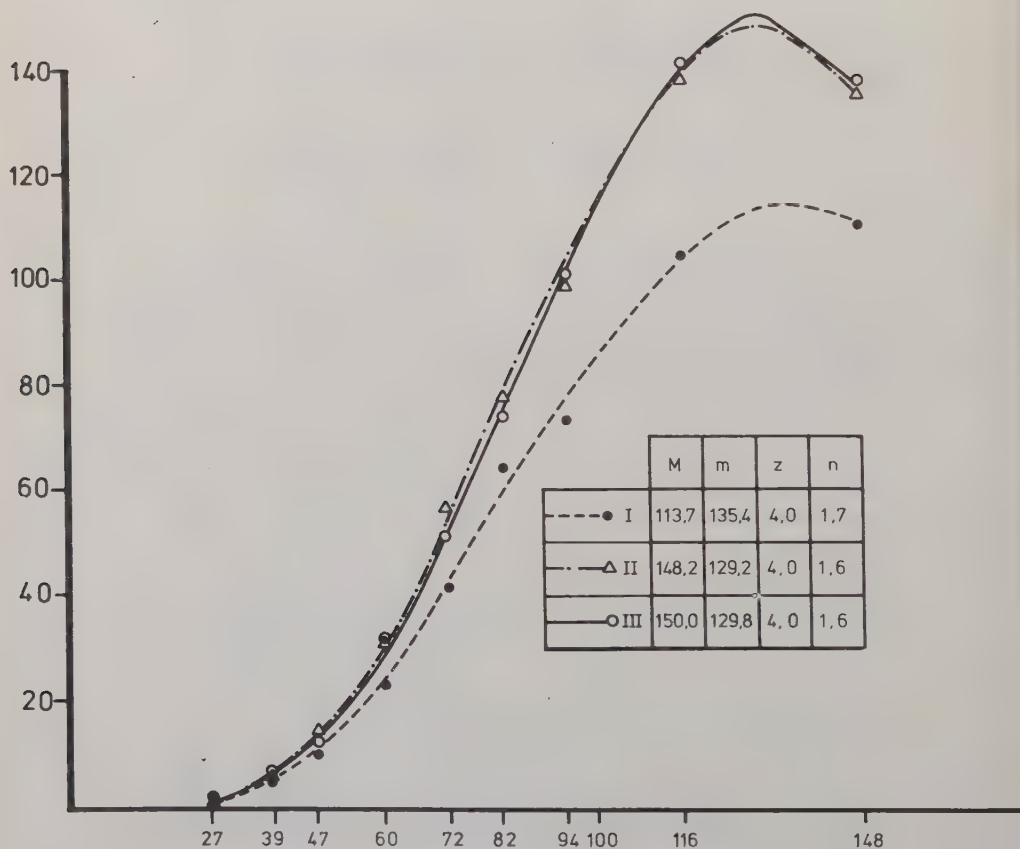
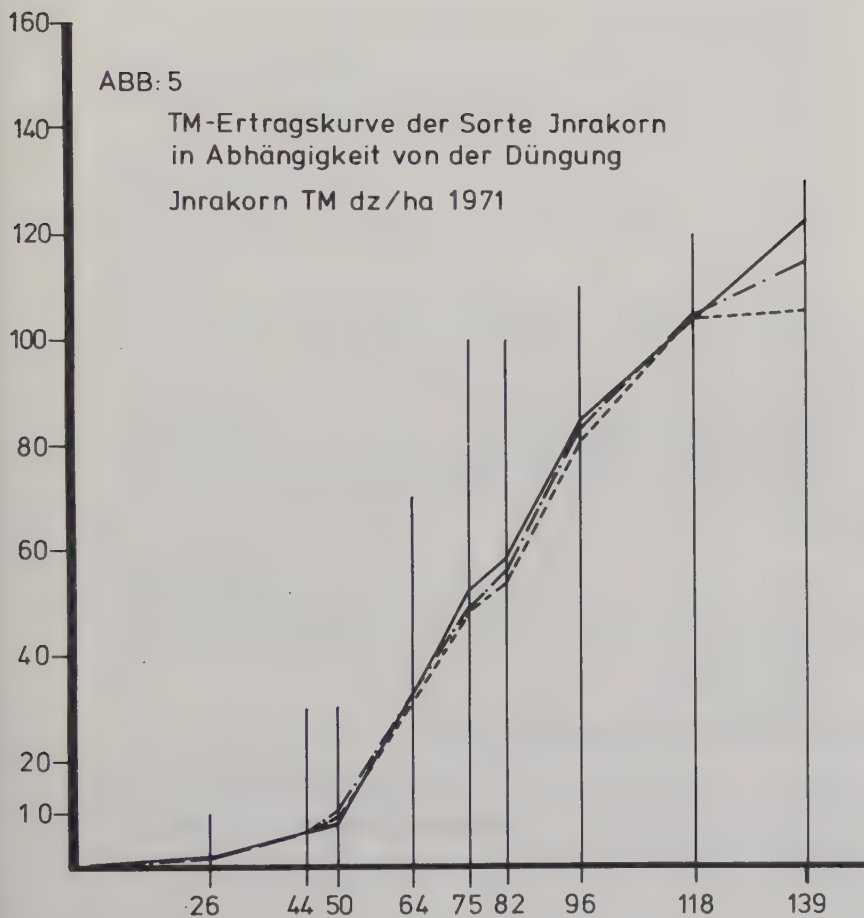


ABB: 5

TM-Ertragskurve der Sorte Jnrakorn
in Abhängigkeit von der Düngung

Jnrakorn TM dz/ha 1971



ergeben, ist in der Düngungsstufe II, bedingt durch die Düngung, ein relativer Anstieg des Kolbenanteiles sowohl bei Hymador als auch bei Inrakorn zu verzeichnen. Das führt dazu, daß Inrakorn bei mittlerem Gesamtertrag den höchsten Kornertrag bringt. In der Düngungsstufe III ist diese Differenzierung nicht mehr so deutlich.

Im zweiten Jahr liegen sowohl die Gesamterträge als auch die Kornerträge niedriger als im ersten Jahr. Das ist bei der früher reifenden Sorte Hymador am stärksten ausgeprägt, die Differenz beträgt 16 dz/ha Korn und ca. 30 dz/ha Gesamtertrag bei der letzten Ernte. Diese niedrigeren Erträge sind mit den ungünstigen Witterungsbedingungen zu erklären. Da der April 1971 verhältnismäßig warm war, wurde, wie beschrieben, früher gesät (24. April). Nach der Aussaat gab es anhaltende Kälte, die sowohl den Aufgang verzögerte, als auch das Jugendwachstum des Maises hemmte. Die früher reifende Sorte Hymador hat wegen ihrer kürzeren Vegetationszeit am stärksten darauf reagiert, während Inrakorn und Markant zum Teil später aufholen konnten. Dazu kommt der trockene Sommer, in dem, wie bereits bemerkt, der Wachstumsfaktor Wasser begrenzend wirkte.

Die Tatsache, daß die Sorte Markant 1971 höhere Kornerträge brachte als 1970, ist darauf zurückzuführen, das wegen der für eine spätreifende Maissorte günstigen Witterungsbedingungen 1971 im Gegensatz zu 1970 eine volle Ausreifemöglichkeit gegeben war.

Auch in diesem Jahr war die Wirkung der Düngung deutlich vorhanden, aber nicht so stark ausgeprägt wie 1970.

Durch die Trockenheit konnte die Düngung nicht so gut ausgenützt werden, andererseits wurde die Nachlieferung von bodenbürtigem Stickstoff durch die Witterung begünstigt.

3.3. Weitere Ertragsanalysen

Biotypen mit langer Vegetationszeit weisen im allgemeinen größere Wuchshöhe auf (zit. SPECHT und GÖRLITZ 1959). Das erklärt die in beiden Jahren hohen Werte für die Wuchshöhe der Sorte Markant (Abb. 6), während der Jahreseinfluß besonders deutlich bei Hymador in Erscheinung tritt, erreicht Inrakorn in beiden Jahren gleiche Wuchshöhe (Tab. 7). Mit steigender Düngung wuchsen die Pflanzen höher.

Markant hat die längsten Kolben. Die Kolbenlängen von Hymador und Inrakorn sind in etwa gleich. Die hohen Korn-erträge von Inrakorn sind auf die größere Zahl der Körnerreihen (13,6 - 14,2) und damit auf mehr Körner pro Kolben (Bekörnungszahl) zurückzuführen. Demgegenüber weisen Hymador mit 9,1 bis 10,2 und Markant mit 10,3 bis 10,8 Körnerreihen pro Kolben erheblich geringere Werte auf. Der große Einfluß dieses Faktors auf den Kornertrag (bei Inrakorn) ist durch höheres TKG und größere Kolbenlänge der beiden anderen Sorten nicht mehr zu kompensieren.

3.4. Der zeitliche Verlauf der Nährstoffaufnahme während der Vegetationszeit

Da das Jugendwachstum des Maises sehr langsam verläuft, ist die Nährstoffaufnahme während dieser Zeit gering und

Tabelle 7

Ergebnis ertragsanalytischer Untersuchungen 1970

Jahr	Hymador			Inrakorn			Markant		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Wuchshöhe	1970 133	165	185	153	182	174	171	198	204
	1971 107	120	118	143	168	170	166	191	200
TKG	1971 265	279	297	256	270	278	279	292	309
Kolbenlänge	1971 16,9	17,6	17,4	14,9	15,5	16,2	18,5	20,5	19,10
Bekörnungszahl	1971 230	263	268	347	351	395	333	355	357
Körnerreihe	1971 9,1	10,6	10,2	13,6	14,1	14,2	10,3	10,7	10,8

Abb.6:

Wuchshöhe in Abhängigkeit von der Sorte



links: Hymador
(frühreif)

rechts: Markant
(spätreif)

beträgt bis zur Blüte etwa ein Drittel des Gesamtnährstoffbedarfs (KÜRTE 1965 und ZSCHEISCHLER-GOSS 1966). Bekannt ist, daß die Nährstoffaufnahme der Substanzbildung voraussetzt, so daß die Nährstoffaufnahme je Zeiteinheit während der Vegetationszeit verschieden hoch ist (PFEIFFER u. RIPPEL 1921, RIPPEL 1927, SCHARRER und MENGEL 1959). Nach dem Wachstumsgesetz von MITSCHERLICH (1916) hat auch die Kurve der Nährstoffaufnahme im Laufe der Vegetationszeit entsprechend der Wachstumskurve einen S-förmigen Verlauf.

Zur Untersuchung der Nährstoffaufnahme wurden von jeder Zeiternte je Variante die Proben analysiert und aus den Nährstoffgehalten und Zeiterträgen die Nährstoffaufnahme in kg/ha errechnet. Die Nährstoffgehalte in % ATM sind im Anhang (3-5) aufgeführt. Nachfolgend wird über die Aufnahme der einzelnen Nährstoffe berichtet.

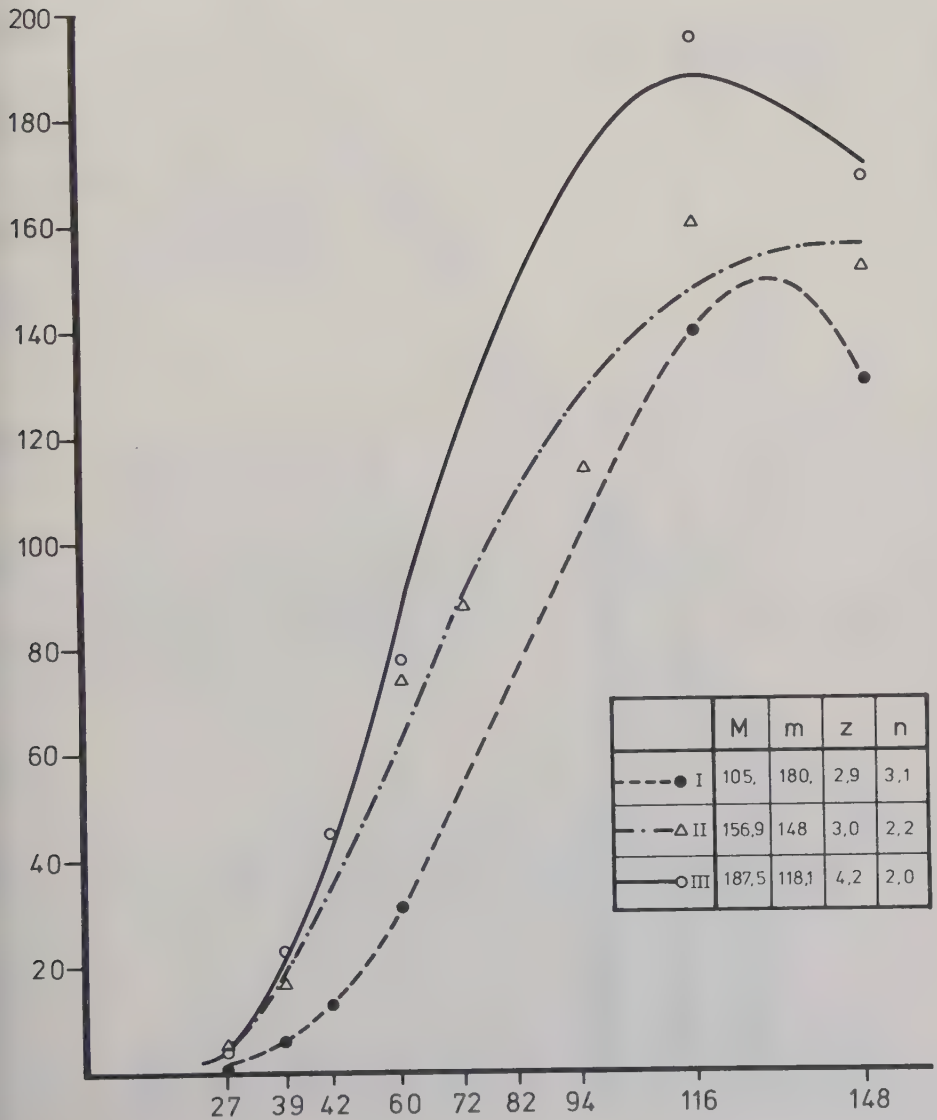
3.4.1. Stickstoffaufnahme

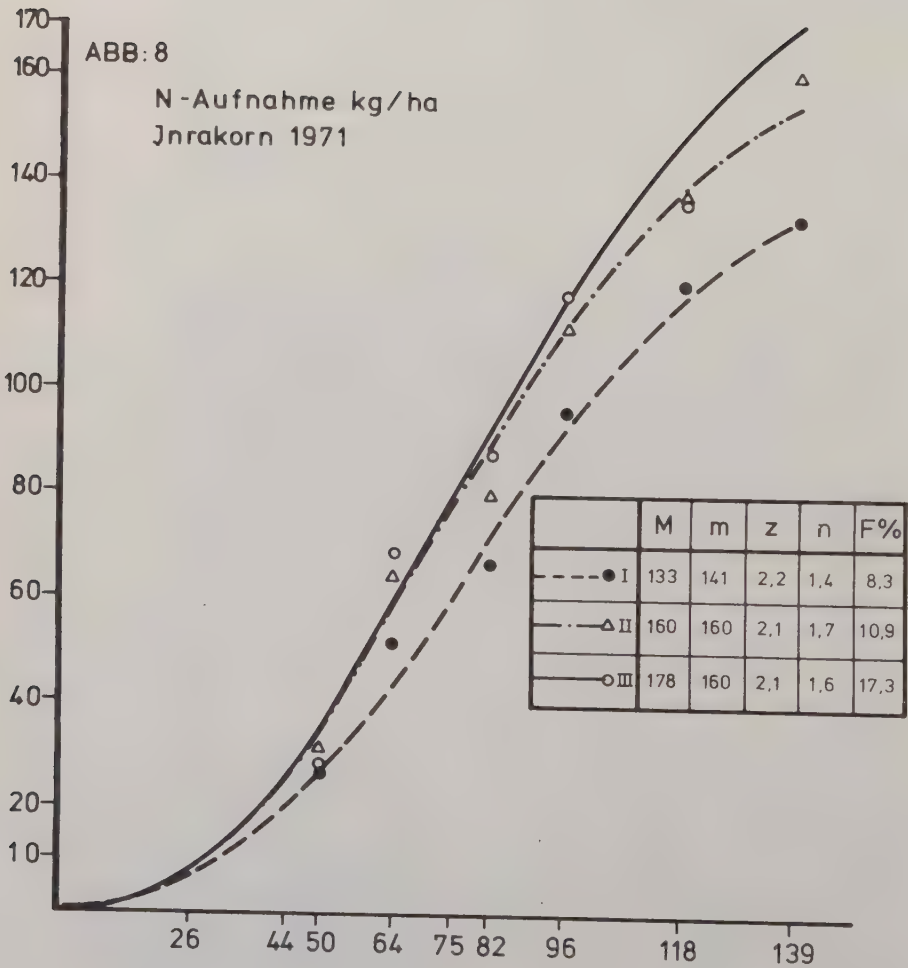
Wie aus den Abb. 7 u. 8 zu entnehmen ist, zeigt die N-Aufnahme im Laufe der Vegetation fast den gleichen Verlauf wie die Zeitertragskurve. Sie ist zu Beginn der Vegetation bis zur ersten Zeiternte (Stadium A) sehr gering, nimmt aber dann rasch zu und erreicht bei der 8. Zeiternte (Teigreife) den höchsten Wert. Von der Teigreife bis zur Vollreife ist ein gewisser Rückgang der N-Aufnahme festzustellen, der auf Blattverluste während dieser Zeit zurückgeführt werden muß (FRANK 1954) (Tab.8-10). In den Werten der N-Verteilung in der Pflanze (ab Milchreife) tritt die zunehmende Eiweißbildung im Kolben in Erscheinung; die N-Gehalte in den Blättern und Stengeln

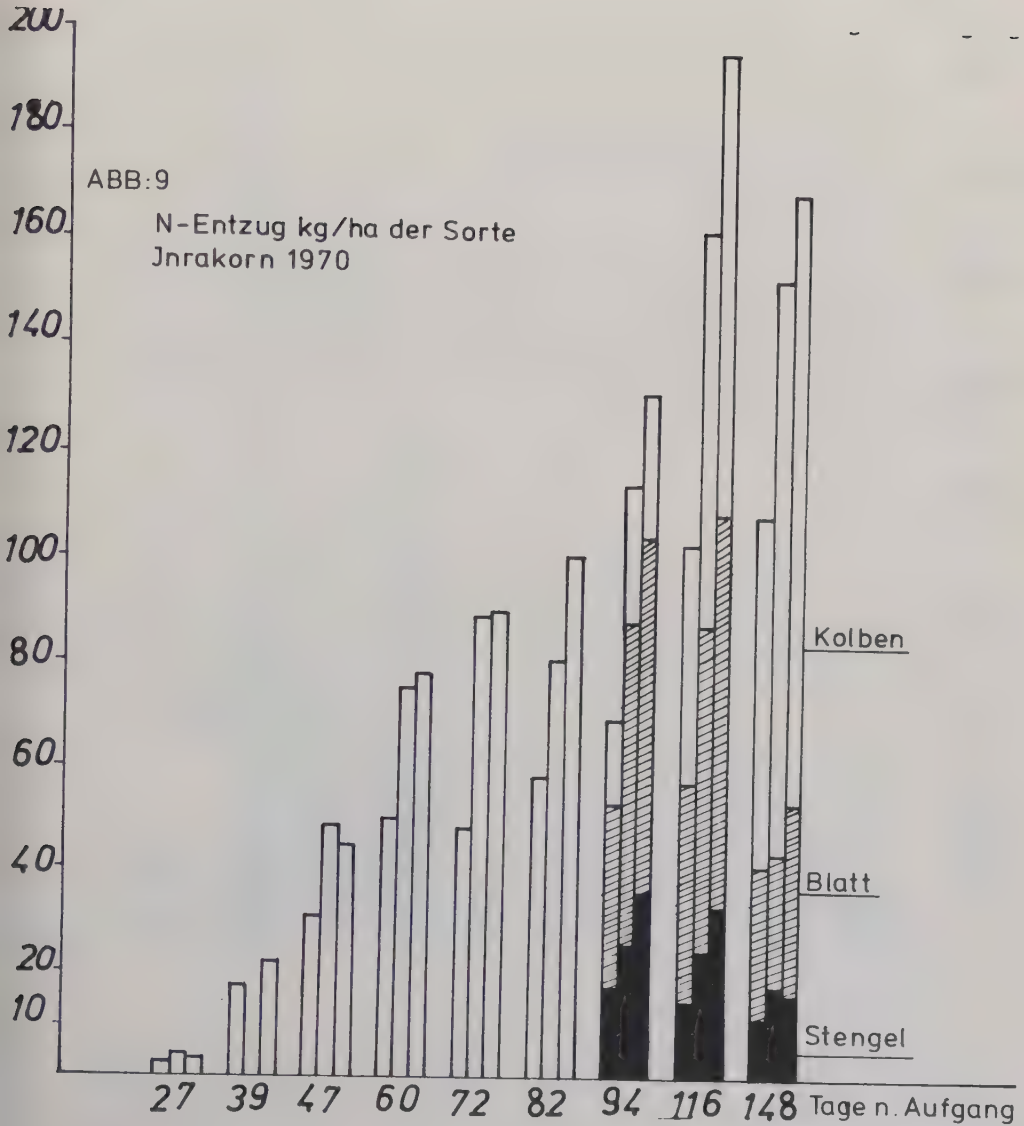
ABB:7

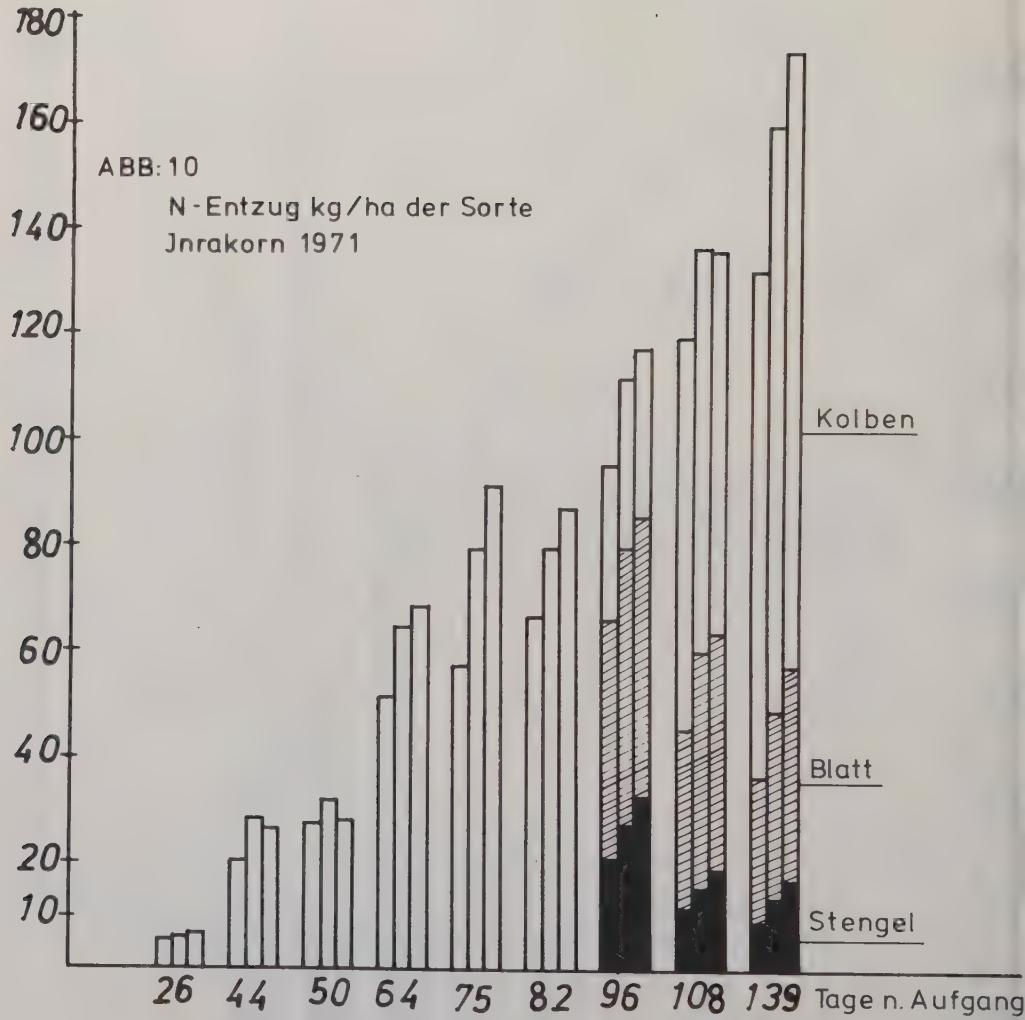
N-Aufnahme der Sorte Jnrakorn
in Abhängigkeit der Düngung 1970

kg/ha









nehmen mit zunehmender Abreife ab, es erfolgt eine Verlagerung des Eiweißes aus diesen Pflanzenteilen in den Kolben (Anhang 3-5).

Während bei den früheren Zeiternten Inrakorn (B) in allen Düngungsstufen etwas niedrigeren N-Gehalt als die beiden anderen Sorten aufweist, liegt der N-Entzug zu den verschiedenen Reifeterminen wegen des höheren Ertrages bei Inrakorn höher (Abb. 9 und 10). Bei der Vollreife ist die Stickstoffaufnahme bei Inrakorn immer höher als bei Hymador und Markant. Das stimmt mit den Erträgen überein. Die Abhängigkeit der N-Aufnahme von der N-Düngung war in beiden Jahren vorhanden. Zu einer deutlichen Differenzierung kam es aber erst bei der 3. und 5. Zeiternte. Die Düngungswirkung der Stufe III kam in der N-Aufnahme 1970 besser zum Ausdruck als im Trockenjahr 1971. Bei Hymador und Markant ist bei der Vollreife kein größerer N-Entzug in den höheren Düngungsstufen festzustellen. Das entspricht dem Verhalten der Erträge und besagt, daß durch die höhere Düngung vor der Aussaat die Qualitätseigenschaften nicht verbessert werden. Generell ist die Stickstoffaufnahme 1971 geringer als 1970, was auf die durch die extreme Witterung bedingten niedrigen Erträge zurückzuführen ist. Die Anpassung der berechneten N-Entzugskurven an die ermittelten Werte ist nicht besonders gut, und 1971 ist noch schlechter als 1970. Die Wirkung der Düngung kommt deutlich in den mit zunehmender Düngung ansteigenden Werten für die Parameter z und n zum Ausdruck, wobei z als verantwortlicher Parameter für die Steilheit der Kurve besonders beeinflußt ist.

Nährstoffaufnahme kg/ha H y m a d o r

Ernte- Nr.	Ernte- Nr.	1 9 7 0					1 9 7 1						
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
I ohne Minera- ldüngung	1	1,95	1,55	0,16	0,42	0,28	0,01	6,03	4,88	0,64	1,16	0,70	0,05
	2	12,2	8,82	1,14	2,09	1,63	0,16	18,8	15,4	1,98	4,05	1,65	0,12
	3	32,3	24,7	3,67	5,80	7,33	0,95	17,3	13,9	2,68	4,69	2,23	0,08
	4	47,5	66,6	6,67	11,4	11,3	0,30	34,5	33,9	6,20	9,74	5,86	0,12
	5	60,5	100,5	11,5	15,9	31,1	0,43	43,7	49,0	10,6	14,0	9,06	0,26
	6	67,2	91,2	13,9	15,8	16,1	0,70	43,1	44,7	7,98	16,6	9,18	0,28
	7	74,0	92,2	17,2	25,7	20,0	1,10	76,3	70,7	13,2	21,1	13,4	0,54
	8	119,9	112,5	23,2	32,4	27,0	1,07	87,5	65,4	13,9	21,9	16,0	0,60
	9	94,6	99,6	17,9	26,6	23,2	1,41	89,3	65,0	11,1	18,5	10,6	0,49
II N:K:P 1,0:1,25:0,4 75:94:30	1	3,26	3,74	0,27	0,65	0,36	0,03	7,11	5,72	0,78	1,35	0,74	0,04
	2	15,8	12,9	1,44	2,78	2,81	0,17	26,2	15,3	2,92	4,84	2,46	0,07
	3	42,1	41,6	4,76	7,36	7,48	0,34	22,5	17,8	3,32	6,04	3,08	0,14
	4	56,1	69,0	7,32	12,7	11,0	0,28	42,5	43,9	6,76	12,2	7,09	0,13
	5	69,7	119,11	13,6	17,8	15,4	0,47	46,1	49,8	8,39	15,9	9,59	0,31
	6	75,2	105,8	15,5	16,7	15,6	0,71	69,4	57,2	10,1	18,9	10,4	0,32
	7	107,0	131,3	21,3	32,8	20,1	1,12	80,5	67,2	12,7	21,5	13,3	0,48
	8	134,4	144,3	28,2	36,2	22,1	1,39	108,9	76,9	16,6	24,7	17,2	0,84
	9	121,2	97,0	20,1	21,8	19,6	1,24	105,0	63,7	13,9	24,3	15,9	0,54
III N:K:P 1,0:1,25:0,4 150:188:60	1	3,18	3,39	0,26	0,58	0,33	0,02	5,78	4,8	0,65	1,17	0,63	0,03
	2	17,2	16,7	1,58	2,92	2,32	0,14	25,7	15,1	2,74	4,77	2,39	0,08
	3	39,6	31,2	4,22	7,25	6,38	0,37	22,3	17,6	3,33	6,80	2,74	0,07
	4	65,1	80,4	8,24	13,0	11,0	0,35	44,0	42,0	6,61	12,3	6,67	0,16
	5	92,5	126,1	14,2	19,4	18,7	0,39	56,6	58,5	8,74	15,4	9,30	0,33
	6	106,2	157,9	18,8	24,3	19,0	0,74	65,2	59,1	9,76	16,9	9,19	0,40
	7	115,6	131,3	20,3	30,6	20,5	1,20	91,5	73,4	13,6	24,8	13,9	0,57
	8	166,2	164,0	29,2	38,4	26,8	1,15	100,2	99,1	15,3	25,4	15,5	0,53
	9	131,3	108,8	23,5	20,5	20,5	1,26	102,8	68,2	13,1	26,9	14,9	0,56

Tabelle 2

Nährstoffaufnahme kg/ha I n r a k o r n

Düngungs- stufe	Ernte- Nr.	1 9 7 0					1 9 7 1					Mg	Ca	Mg	Na
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca				
I	1	2,68	2,30	0,24	0,62	0,37	0,02	5,44	3,78	0,57	1,02	0,58		0,58	0,03
	2	17,6	12,5	1,77	3,36	2,79	0,18	20,4	14,7	2,69	5,77	2,47		3,71	0,06
	3	30,7	32,9	3,58	6,06	5,51	0,27	27,3	22,6	4,15	7,48	2,47		9,27	0,08
	4	49,6	64,7	7,21	11,7	9,82	0,30	57,2	59,0	8,72	15,5	16,4		16,4	0,23
	5	47,4	93,7	10,2	16,1	14,3	0,45	66,7	85,1	10,8	23,7	16,4		16,4	0,49
	6	57,4	102,0	15,1	17,6	15,6	0,83	66,7	68,1	9,73	23,3	13,4		18,5	0,38
	7	68,6	95,4	16,5	24,3	16,7	0,86	95,3	86,3	14,1	33,3	18,5		21,7	0,64
	8	102,1	103,7	24,9	35,5	20,8	1,33	119,2	78,8	18,1	35,9	21,7		21,7	0,75
	9	107,3	101,2	21,0	27,6	29,0	1,36	132,0	79,5	16,3	27,8	18,7		18,7	0,77
II	1	4,56	4,32	0,36	0,75	0,44	0,04	5,82	3,75	0,61	1,10	0,65		0,65	0,03
	2	16,9	16,6	1,79	3,35	2,92	0,22	28,2	14,9	2,80	6,04	2,97		4,28	0,08
	3	48,2	50,6	5,45	8,67	8,14	0,27	31,7	25,9	4,40	8,49	4,28		11,1	0,09
	4	74,6	93,9	10,3	15,6	12,3	0,41	64,4	68,0	9,92	18,9	11,1		14,1	0,52
	5	88,6	122,8	15,9	23,0	18,6	0,56	79,3	84,8	11,9	25,1	14,1		14,1	0,54
	6	79,9	142,1	19,5	26,0	23,0	0,76	79,2	77,7	11,5	25,0	14,3		14,3	0,35
	7	113,4	135,6	23,3	35,3	22,8	1,05	111,9	87,8	15,8	35,1	20,0		20,0	0,61
	8	161,9	155,4	32,1	44,3	28,7	1,32	136,4	88,4	19,1	39,9	21,8		21,8	0,80
	9	152,5	129,8	26,0	25,2	24,5	1,64	159,7	73,9	18,3	35,4	23,2		23,2	1,00
III	1	3,66	3,85	0,33	0,82	0,43	0,03	6,37	5,48	0,62	1,10	0,36		0,36	0,04
	2	22,3	17,9	2,06	3,67	3,31	0,19	26,4	17,0	2,84	5,65	1,51		1,51	0,08
	3	44,2	40,8	4,83	8,02	6,86	0,31	28,1	22,5	3,89	7,80	3,52		3,52	0,08
	4	77,3	83,4	10,1	16,7	13,9	0,31	68,1	67,4	10,2	18,2	14,4		14,4	0,23
	5	89,1	117,6	13,4	19,0	16,9	0,30	91,5	95,3	13,4	27,1	13,0		13,0	0,46
	6	99,6	137,5	18,5	25,1	25,8	0,59	87,5	81,2	12,1	24,3	12,2		12,2	0,76
	7	131,0	142,9	23,3	34,9	23,2	1,15	117,4	98,4	16,9	33,7	16,5		16,5	0,75
	8	195,9	157,3	33,5	45,5	32,8	1,42	135,8	94,2	19,3	42,8	20,1		20,1	0,69
	9	169,2	110,1	28,5	29,9	26,4	1,49	173,8	88,5	21,1	37,8	21,8		21,8	1,07

Nährstoffaufnahme kg/ha M a r k a n t

Erntungs- jahr	Nr.	1 9 7 0										1 9 7 1									
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na		
I	1	3,19	2,77	0,27	0,75	0,51	0,02	6,13	4,43	0,61	1,29	0,61	0,03	6,13	4,43	0,61	1,29	0,61	0,03		
	2	16,1	15,3	1,61	4,09	2,94	0,27	25,1	16,1	2,85	6,34	2,89	0,08	25,1	16,1	2,85	6,34	2,89	0,08		
	3	28,3	29,1	3,26	5,73	5,27	0,24	41,7	30,3	4,02	8,71	3,58	0,19	41,7	30,3	4,02	8,71	3,58	0,19		
	4	114,8	67,7	7,08	14,8	10,1	0,30	75,4	7,97	7,38	14,5	7,38	0,25	75,4	7,97	7,38	14,5	7,38	0,25		
	5	50,8	88,9	11,4	17,4	12,9	0,43	62,7	95,0	10,5	24,5	13,3	0,40	62,7	95,0	10,5	24,5	13,3	0,40		
	6	51,6	84,4	11,3	20,1	18,4	0,58	79,3	93,4	10,9	31,3	14,2	0,46	79,3	93,4	10,9	31,3	14,2	0,46		
	7	73,6	126,8	16,9	38,4	21,8	0,79	95,8	82,8	15,0	32,7	17,9	0,66	95,8	82,8	15,0	32,7	17,9	0,66		
	8	95,5	109,1	21,0	30,7	18,7	1,16	136,5	97,6	24,5	37,9	24,9	0,78	136,5	97,6	24,5	37,9	24,9	0,78		
	9	87,8	62,1	18,3	17,3	18,8	0,95	136,8	83,7	16,6	32,4	20,7	1,06	136,8	83,7	16,6	32,4	20,7	1,06		
I	1	3,85	3,44	0,27	0,88	0,50	0,02	5,59	4,66	0,56	1,24	0,61	0,04	5,59	4,66	0,56	1,24	0,61	0,04		
	2	17,9	15,7	1,62	4,07	3,31	0,18	29,0	19,0	2,95	5,52	3,18	0,06	29,0	19,0	2,95	5,52	3,18	0,06		
	3	45,3	25,6	4,86	9,92	7,12	0,21	30,9	33,6	4,23	8,50	4,06	0,10	30,9	33,6	4,23	8,50	4,06	0,10		
	4	73,2	94,7	9,71	19,3	14,9	0,30	60,5	85,9	9,02	18,9	9,11	0,20	60,5	85,9	9,02	18,9	9,11	0,20		
	5	84,2	125,8	13,4	25,7	15,7	0,45	84,0	104,6	13,0	29,6	14,4	0,54	84,0	104,6	13,0	29,6	14,4	0,54		
	6	90,2	124,7	16,1	31,4	26,4	0,52	90,7	86,8	10,7	25,1	14,5	0,44	90,7	86,8	10,7	25,1	14,5	0,44		
	7	130,8	159,9	25,1	47,2	28,3	1,17	120,4	99,3	17,3	36,4	18,8	0,69	120,4	99,3	17,3	36,4	18,8	0,69		
	8	149,8	146,3	29,4	39,6	27,0	1,51	144,5	114,1	19,9	42,6	22,9	0,79	144,5	114,1	19,9	42,6	22,9	0,79		
	9	146,3	110,2	25,9	31,2	27,5	1,46	164,7	95,5	19,1	48,7	26,8	1,17	164,7	95,5	19,1	48,7	26,8	1,17		
I	1	4,72	4,44	0,35	1,08	0,51	0,03	6,35	4,75	0,63	1,30	0,70	0,02	6,35	4,75	0,63	1,30	0,70	0,02		
	2	21,3	18,1	1,23	4,66	3,66	0,16	31,8	20,6	3,28	7,29	3,53	0,11	31,8	20,6	3,28	7,29	3,53	0,11		
	3	43,7	25,8	4,53	8,81	7,25	0,33	39,2	43,9	4,62	10,7	4,59	0,10	39,2	43,9	4,62	10,7	4,59	0,10		
	4	78,8	105,0	9,51	19,5	18,3	0,26	74,9	81,1	10,7	20,7	12,1	0,17	74,9	81,1	10,7	20,7	12,1	0,17		
	5	102,9	146,3	14,7	27,2	22,4	0,36	94,8	92,9	12,9	31,8	17,54	0,54	94,8	92,9	12,9	31,8	17,54	0,54		
	6	134,5	167,5	21,4	32,2	22,9	0,68	115,7	97,5	14,6	32,8	17,7	0,48	115,7	97,5	14,6	32,8	17,7	0,48		
	7	138,8	162,6	28,1	51,22	29,4	1,23	125,8	95,3	17,1	35,0	20,0	0,84	125,8	95,3	17,1	35,0	20,0	0,84		
	8	186,4	168,5	30,4	49,9	32,3	32,3	163,4	105,8	22,5	39,0	22,0	0,98	163,4	105,8	22,5	39,0	22,0	0,98		
	9	156,3	111,5	27,5	29,2	24,8	1,35	156,5	84,9	18,2	37,3	22,5	1,03	156,5	84,9	18,2	37,3	22,5	1,03		

3.4.2. Kalium-Aufnahme

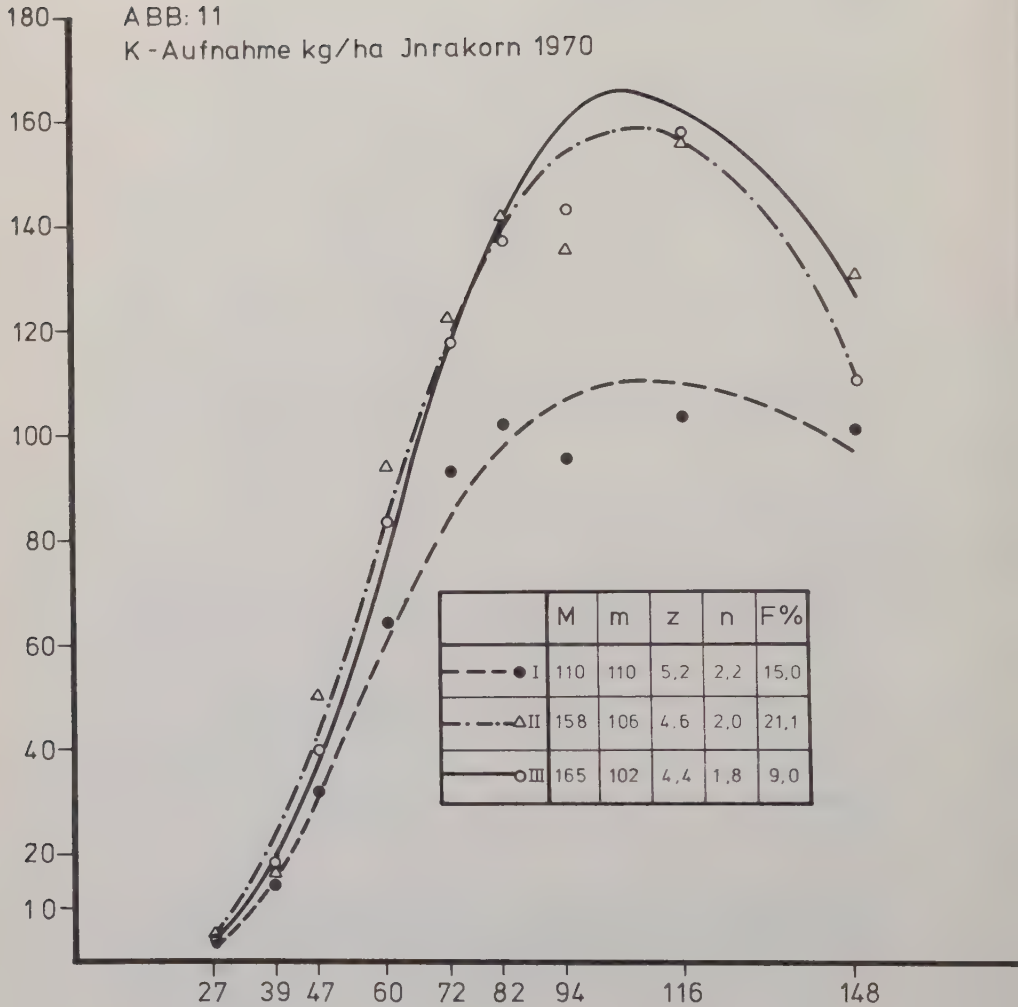
Ähnlich wie beim Stickstoff zeigt die junge Maispflanze sehr hohe Kalium-Gehalte (3,5 bis 4,0 % der TM). Mit zunehmendem Wachstum verringern sich die Kalium-Gehalte bis zur letzten Ernte auf Werte von unter 1 % der TM im Mittel. Eine Differenzierung der Kaliumgehalte durch die Kalidüngung ist nur in geringem Maße vorhanden. Auffallend ist, daß mit zunehmender Reife der Kalium-Gehalt im Stengel höher wird (Anhang 3-5). Dabei handelt es sich um eine relative Anreicherung, da andere Nährstoffe, wie beschrieben, aus dem Stengel zum Kolben verlagert werden. Auch im Blatt sind relativ hohe Kalium-Gehalte bis zur Vollreife festgestellt worden. Im trockenen Jahr 1971 liegen die Kalium-Gehalte meist etwas niedriger als 1970.

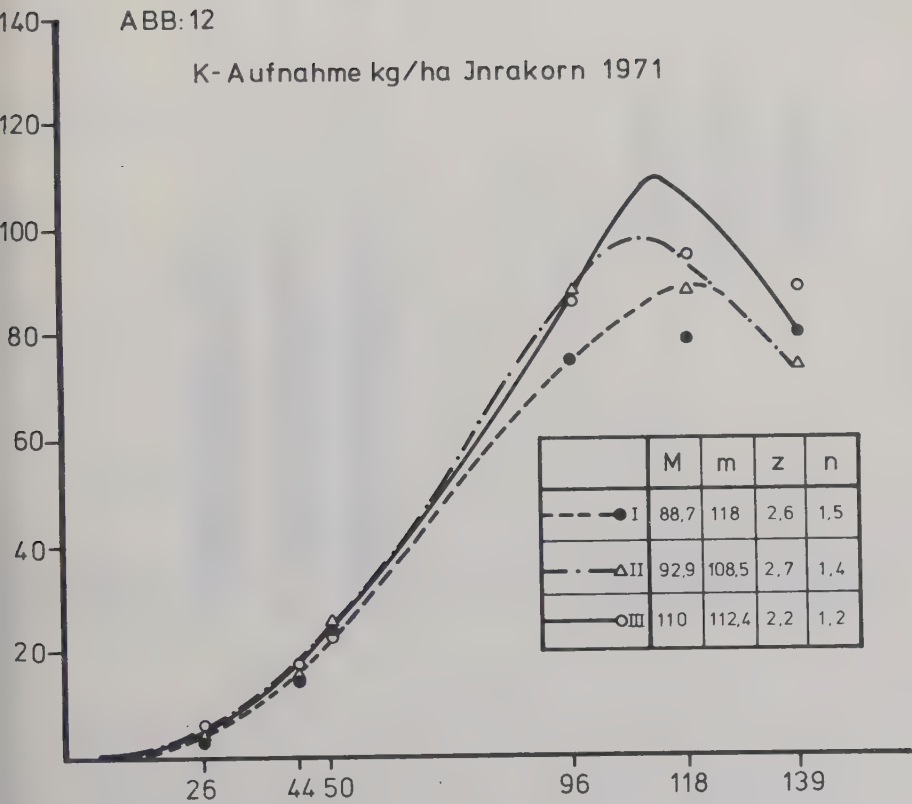
Die Kurven der Kaliumaufnahme (Abb. 11 u. 12) zeigen ebenso wie die Kurven der Stickstoffaufnahme einen ähnlichen Verlauf wie die Substanzbildung, sie eilt dieser noch voraus. Während bis zur 7. Zeiternte (Milchreife) ein steiler Anstieg der Kalium-Aufnahme zu beobachten ist, findet bis zur Vollreife ein beachtlicher Rückgang der Kalium-Aufnahme statt, der auf Blattverlust und Auswaschung beruht (QUTZAU 1932, ACHROMEIKO 1936, FEDDROWSKI 1959).

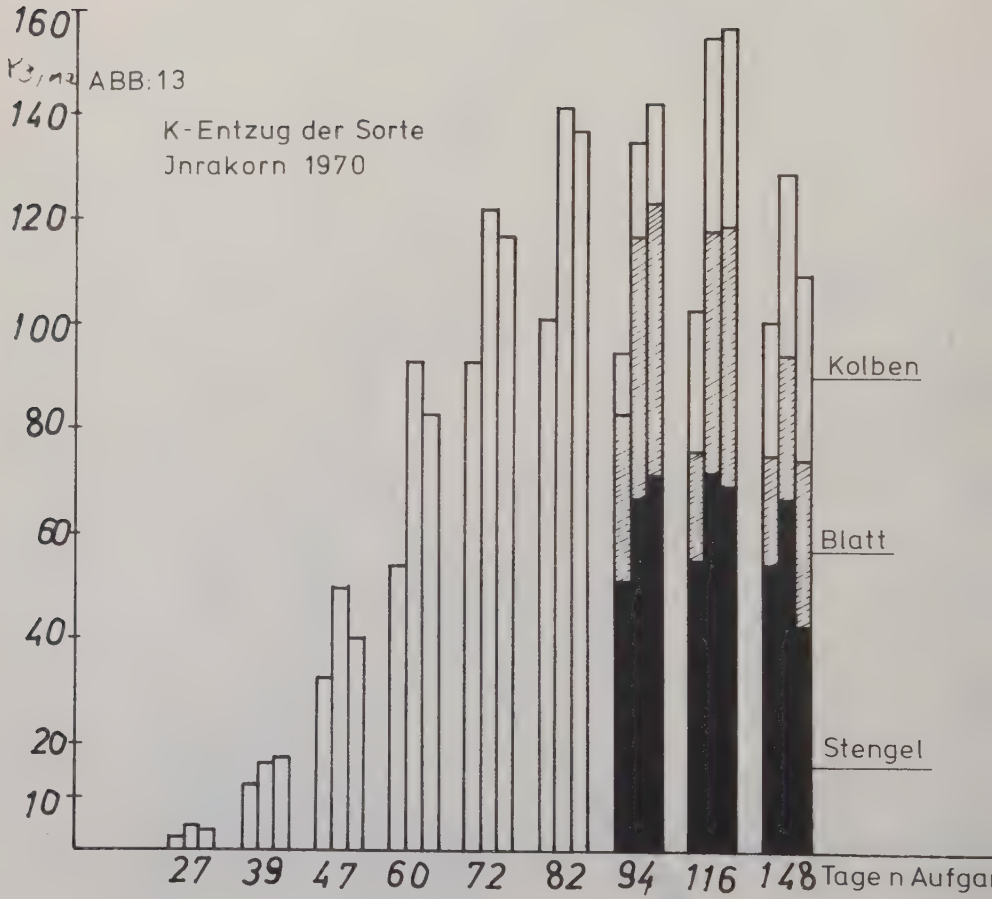
Sowohl höhere Kalium-Gehalte als auch höhere Erträge bewirken, daß mit steigender Düngung beachtlich höhere Kalium-Entzüge vorhanden sind (Abb. 13 u. 14). Dabei zeigt 1970 die Düngungsstufe III zumindest bei Inrakorn und Markant eine geringere Wirkung als bei Hymador. 1971 sind die Unterschiede zwischen den Düngungsstufen bezüglich

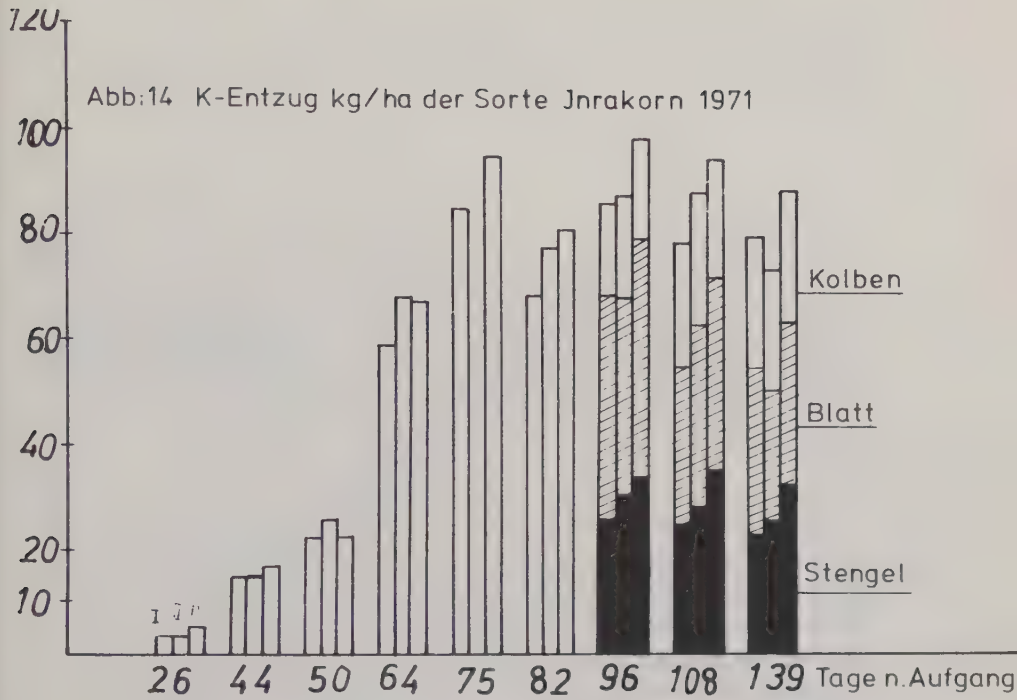
ABB: 11

K-Aufnahme kg/ha Jnrakorn 1970









der Kaliumaufnahme ähnlich gelagert. Wie bei den Gesamterträgen ist die Reihenfolge der Sorten bei der Kaliumaufnahme C B A (Tab. 8-10). Die Anpassung der berechneten Kurven an die tatsächlichen Werte ist in beiden Jahren ähnlich wie bei der N-Aufnahme.

3.4.3. Phosphoraufnahme

Aus den Tab. 8-10 und den Abb. 15 u. 16 sind die Aufnahmen von Phosphor bei den Maissorten zu entnehmen. Während die P-Gehalte im Laufe der Vegetationszeit abnehmen, steigt die P-Aufnahme im allgemeinen bis zur Teigreife (8. Zeiternte) an, danach ist ein leichter Rückgang in beiden Jahren festzustellen. Die Kolben weisen die höchsten P-Gehalte auf, beim Stengel liegen die Werte am niedrigsten (Abb. 17 u. 18 und Anhang 3-5). Eine Differenzierung durch die Düngung ist nur in geringem Maße vorhanden. Dagegen nimmt mit steigender Düngung die Phosphoraufnahme zu. Meist ist die höchste P-Aufnahme bei der Düngungsstufe III zu beobachten. 1970 liegen sowohl die P-Gehalte als auch die P-Aufnahme höher als 1971. Daraus kann geschlossen werden, daß die Phosphordüngung durch die ungünstige Witterung schlechter ausgenutzt wurde. Die P-Aufnahme der drei Maissorten war in beiden Versuchsjahren unterschiedlich. Während die Sortenunterschiede 1970 wie folgt aussahen: Inrakorn > Markant > Hymador, ergab sich 1971 folgende Reihenfolge: Markant > Inrakorn > Hymador.

ABB:15

P-Aufnahme kg/ha Jnrakorn 1970

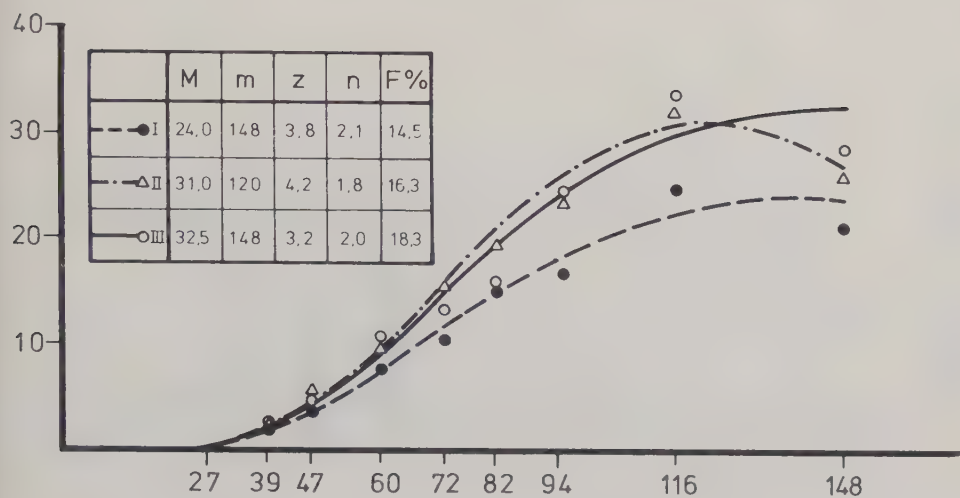


ABB:16

P-Aufnahme kg/ha Jnrakorn 1971

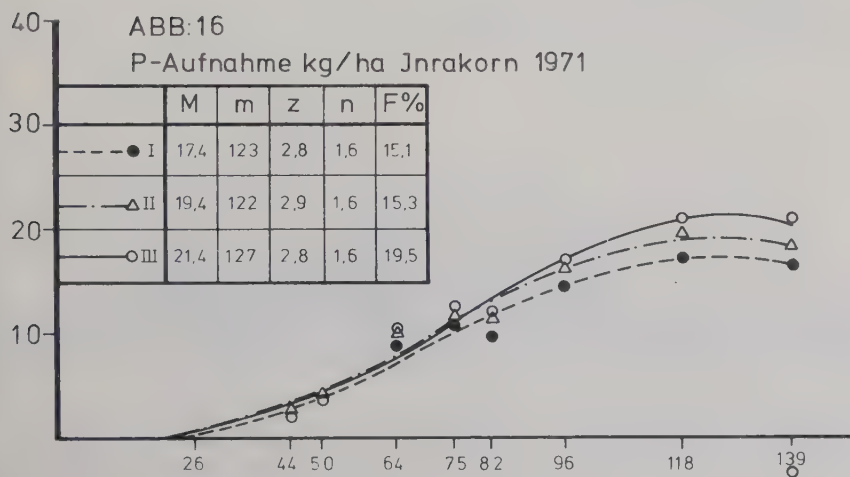


ABB: 17

P-Entzug kg/ha der Sorte Jnrakorn 1970

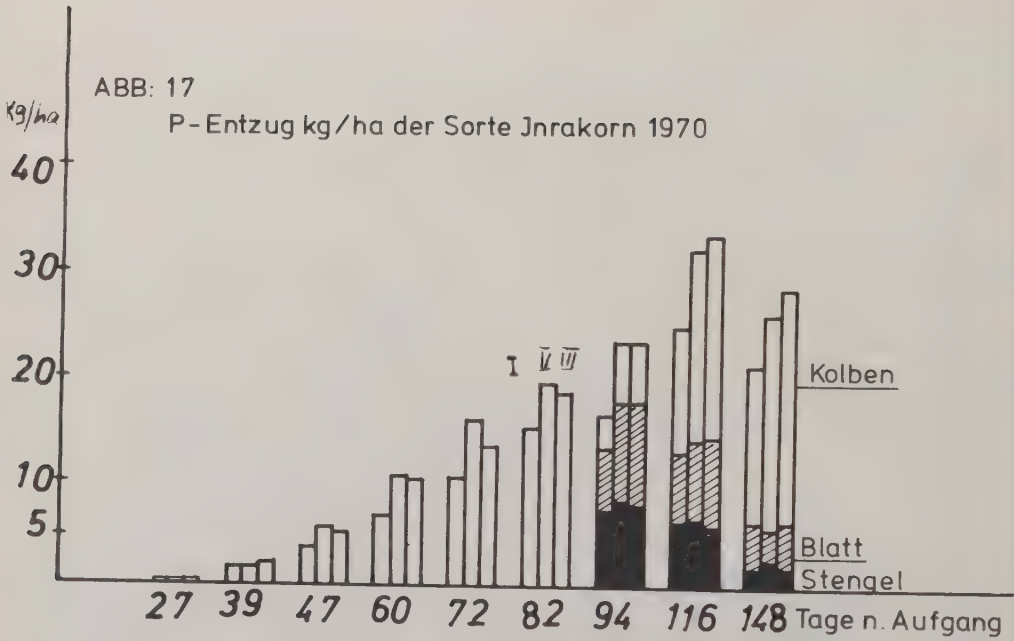
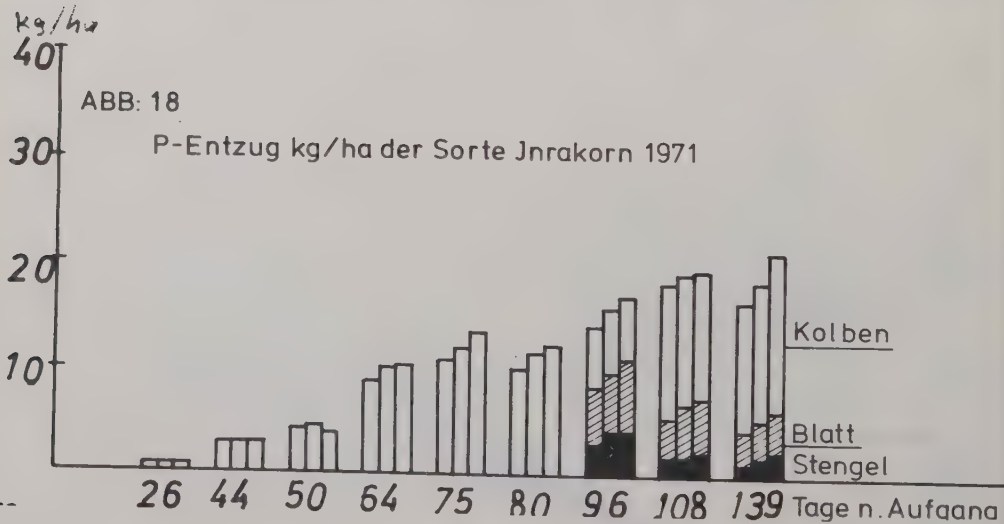


ABB: 18

P-Entzug kg/ha der Sorte Jnrakorn 1971



3.4.4. Magnesiumaufnahme

Aus den Abb. 19 für 1970 und 20 für 1971 ist die Mg-Aufnahme zu entnehmen. Im allgemeinen steigt sie während der Vegetation bis zur Teigreife an, und danach ist, wie bei anderen Nährstoffen, ein Rückgang zu beobachten. Während Stengel und Blatt die höchsten Mg-Gehalte aufweisen, enthält der Kolben nur wenig Magnesium (Abb. 21 u. 22 und Anhang 3-5). Mit steigender Düngung werden höhere Mg-Mengen aufgenommen. 1971 liegen aus den bekannten Gründen die Werte für die Mg-Aufnahme niedriger. Aber in beiden Jahren zeigte Markant die höchste Mg-Aufnahme (Tab.8-10).

3.4.5. Calcium- und Natriumaufnahme

Die Aufnahme bzw. die Entzüge von Calcium sind in den Tab. 8-10 wiedergegeben. Daraus ist zu ersehen, daß die Ca-Aufnahme während der Vegetation bis zur Teigreife (8. Zeiternte) steigt und danach, bedingt durch Blattverluste u.a., ein Rückgang eintritt (Abb. 23 u.24). Die Verteilung des aufgenommenen Calciums in der Pflanze ist unterschiedlich. Während das Blatt die höchsten Ca - Gehalte aufweist, sind im Kolben die niedrigsten Werte zu finden (Abb. 25 u. 26 und Anhang 3-5). In beiden Jahren ergibt sich in der Ca-Aufnahme folgende Reihe: Markant > Inrakorn > Hymador. Eine Düngungswirkung auf die Ca-Aufnahme ist in beiden Versuchsjahren vorhanden. Wie bei anderen bereits beschriebenen Nährstoffen, liegt die Calciumaufnahme 1971 niedriger als 1970. Die Menge des aufgenommenen Natriums ist wesentlich geringer als bei den anderen Nährstoffen. Natrium befindet sich hauptsächlich in Stengel und Blatt (Anhang 3-5).

ABB:19

Mg - Aufnahme kg/ha
Jnrakorn 1970

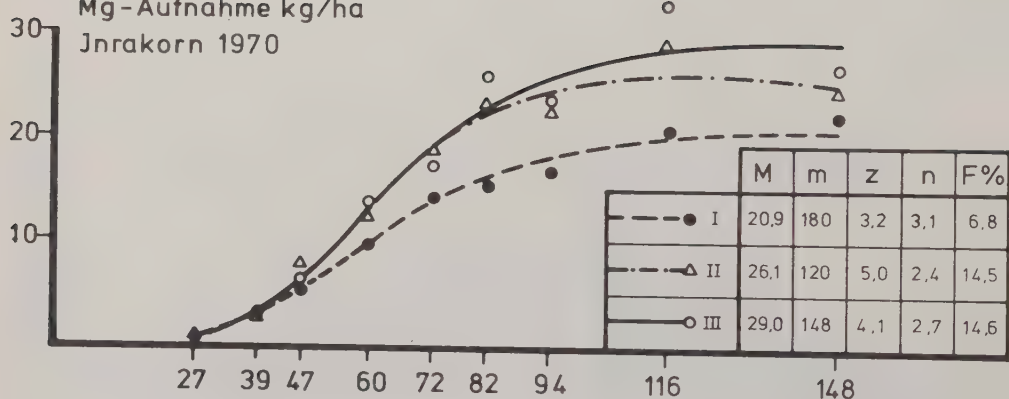
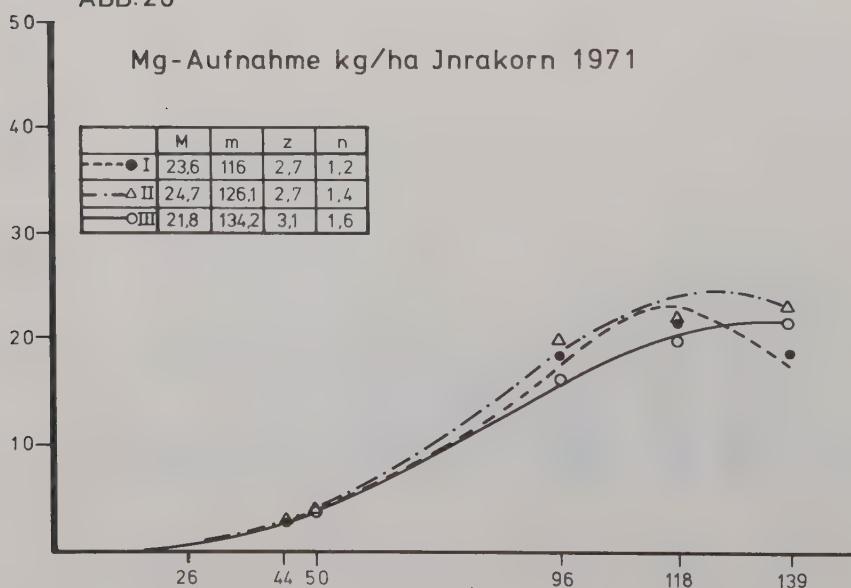


ABB:20

Mg - Aufnahme kg/ha Jnrakorn 1971



Kg/ha

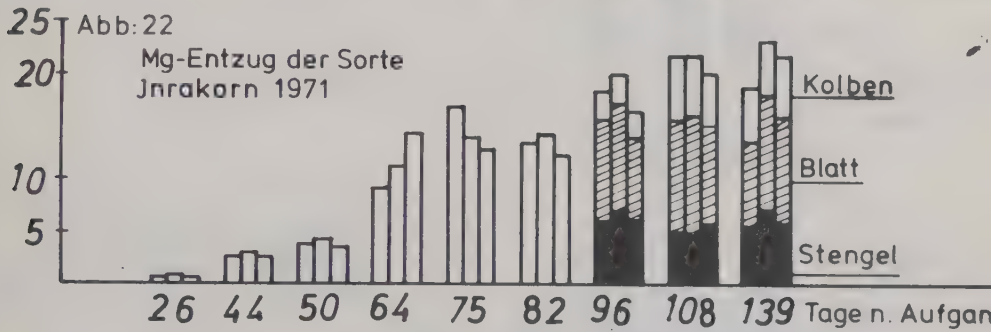
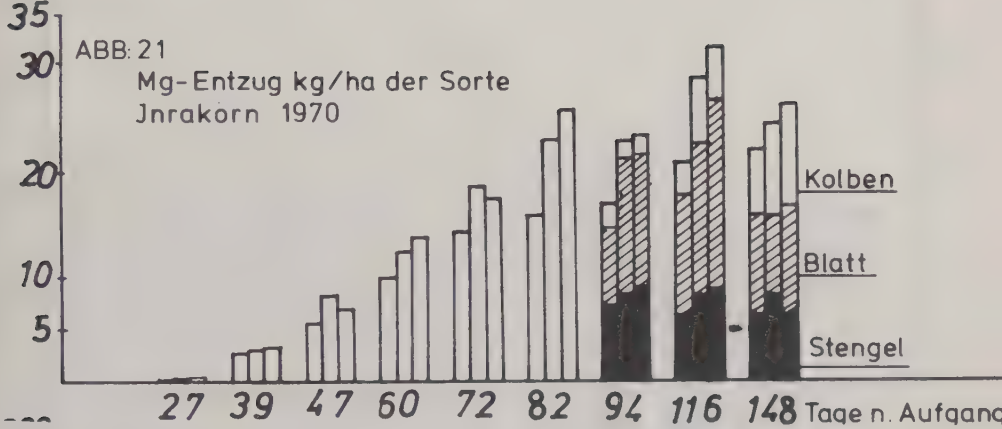


ABB: 23

- 50 -

Ca-Aufnahme kg/ha Jnrakorn 1970

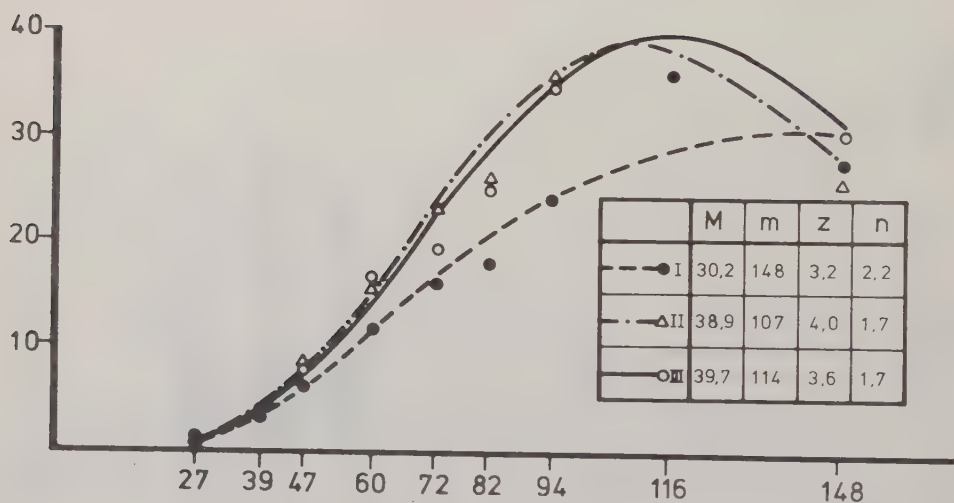


ABB: 24 Ca-Aufnahme kg/ha
Jnrakorn 1971

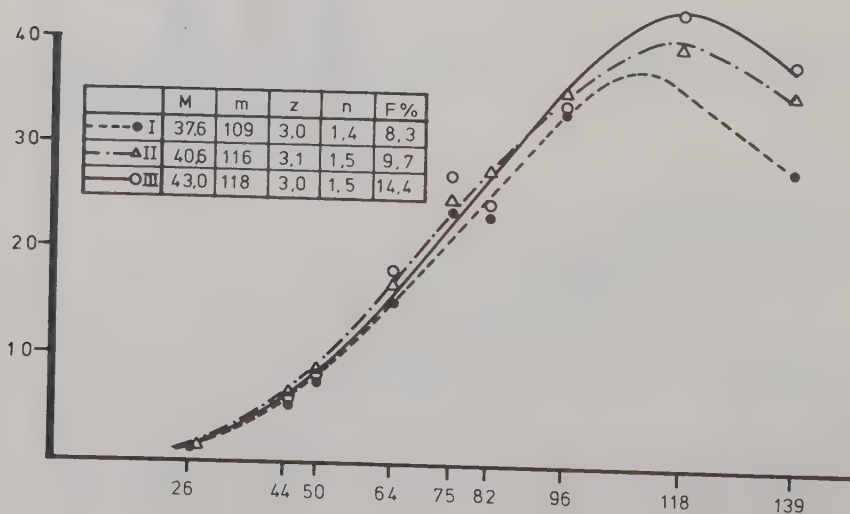


ABB: 25

Ca-Entzug kg/ha der Sorte
Jnrakorn 1970

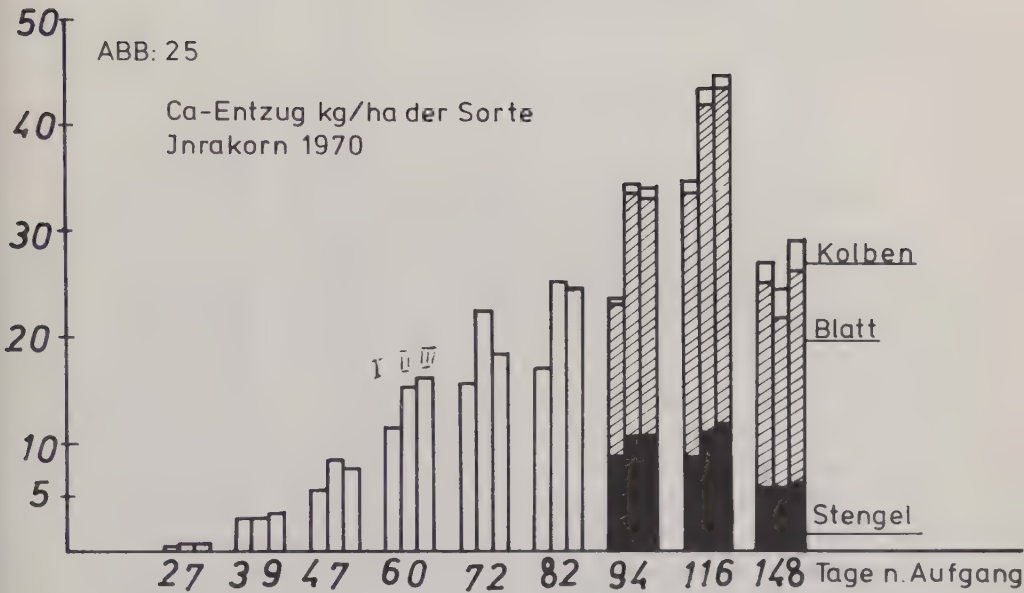
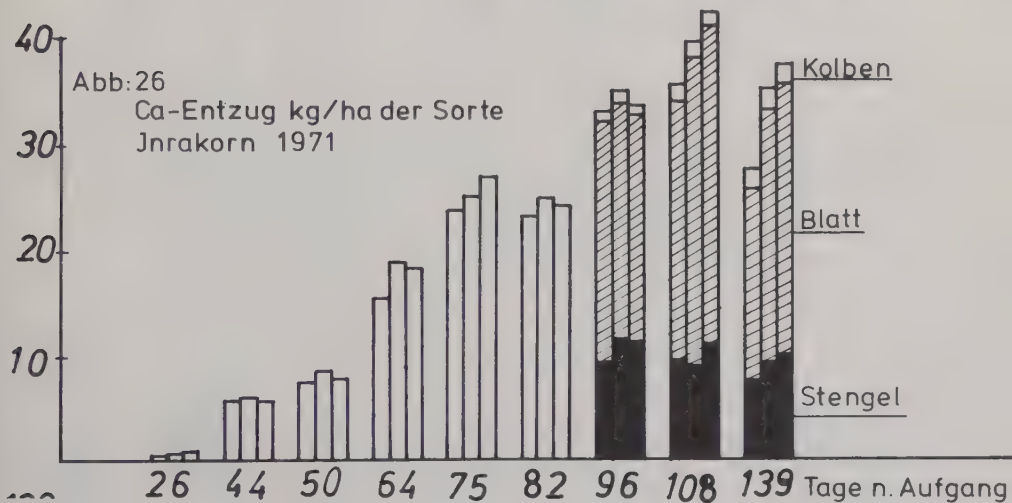


Abb: 26

Ca-Entzug kg/ha der Sorte
Jnrakorn 1971



3.5. Die Nährstoffverhältnisse

Die Nährstoffverhältnisse in der Pflanze sind aus den Tab. 11 u. 12 für 1970 und Tab. 13 und 14 für 1971 zu entnehmen. Hier ist $N=1$ gesetzt, Kalium und Phosphor sind dazu in Relation gesetzt. Wie aus den Tabellen zu entnehmen ist, sinkt die K- und P-Aufnahme im Verhältnis zu Stickstoff mit steigender Düngung ab. Das deutet darauf hin, daß mit einer Erhöhung der Düngung relativ mehr Stickstoff aufgenommen wird. Es ist weiter festzustellen, daß die N-Aufnahme am Anfang der Vegetation (bis 4. Zeiternte) im Vergleich zu anderen Nährstoffen wesentlich höher liegt, während von der 4. Zeiternte bis zur 7. Zeiternte die K-Aufnahme am höchsten ist. Während der Milchreife (7. Zeiternte) und danach sinkt die K-Aufnahme wieder ab. 1971 wurde im Vergleich zu 1970 weniger Kalium und Phosphor aufgenommen. Das deutet darauf hin, daß die ungünstige Witterung die Ausnutzung der Nährstoffe, insbesondere K und P, verschlechtert, die Stickstoffaufnahme wurde dagegen nicht so sehr beeinflußt.

Die Nährstoffverhältnisse sind in den Pflanzenteilen unterschiedlich. Im Stengel liegt der Gehalt an Kalium wesentlich höher als Stickstoff, und im Kolben und Blatt ist es umgekehrt. Der relative Gehalt an Phosphor liegt im Stengel höher als im Blatt und Kolben.

Tabelle 11

Nährstoffverhältniss 1 9 7 0

N : K : P

Sorte	Dünge- stufe	1. Zeiternte Gesamt	2. Zeiternte Gesamt	3. Zeiternte Gesamt	4. Zeiternte Gesamt	5. Zeiternte Gesamt	6. Zeiternte Gesamt
Hymador	I	1,0:0,79:0,08	1,0:0,72:0,09	1,0:0,76:0,11	1,0:1,40:0,19	1,0:1,66:0,19	1,0:1,36:0,21
	II	1,0:0,99:0,08	1,0:0,82:0,09	1,0:0,99:0,11	1,0:1,23:0,13	1,0:1,71:0,19	1,0:1,41:0,20
	III	1,0:1,07:0,08	1,0:0,97:0,09	1,0:1,02:0,11	1,0:1,24:0,13	1,0:1,36:0,15	1,0:1,49:0,18
Inrakorn	I	1,0:0,86:0,09	1,0:0,71:0,10	1,0:1,07:0,12	1,0:1,31:0,15	1,0:1,98:0,22	1,0:1,78:0,27
	II	1,0:0,95:0,08	1,0:0,98:0,11	1,0:1,05:0,11	1,0:1,26:0,14	1,0:1,39:0,18	1,0:1,78:0,25
	III	1,0:1,05:0,09	1,0:0,80:0,09	1,0:0,92:0,11	1,0:1,08:0,13	1,0:1,32:0,15	1,0:1,38:0,19
Markant	I	1,0:0,87:0,09	1,0:0,95:0,10	1,0:1,03:0,12	1,0:1,51:0,16	1,0:1,75:0,20	1,0:1,64:0,23
	II	1,0:0,90:0,07	1,0:0,88:0,09	1,0:1,05:0,11	1,0:1,29:0,13	1,0:1,49:0,17	1,0:1,38:0,18
	III	1,0:0,94:0,07	1,0:0,85:0,09	1,0:1,04:0,10	1,0:1,33:0,12	1,0:1,42:0,16	1,0:1,25:0,16

Tabelle 12

Nährstoffverhältnisse 1 9 7 0

- 54 -

Sorte	Düng.- stufe	7. Zeiternte			8. Zeiternte		
		Blatt	Stengel	Kolben	Blatt	Stengel	Kolben
Hymador	I	1,0:0,95:0,19	1,0:1,92:0,41	1,0:0,64:0,20	1,0:0,90:0,14	1,0:3,91:0,29	1,0:0,38:0,23
	II	1,0:0,92:0,16	1,0:2,74:0,29	1,0:0,67:0,21	1,0:1,19:0,16	1,0:3,45:0,26	1,0:0,40:0,22
	III	1,0:0,82:0,14	1,0:2,38:0,23	1,0:0,63:0,20	1,0:1,04:0,12	1,0:3,15:0,20	1,0:0,37:0,21
Inrakorn	I	1,0:0,92:0,17	1,0:3,0: 0,43	1,0:0,72:0,21	1,0:0,50:0,17	1,0:3,76:0,42	1,0:0,60:0,26
	II	1,0:0,81:0,16	1,0:2,63:0,33	1,0:0,70:0,22	1,0:0,74:0,12	1,0:2,99:0,27	1,0:0,47:0,23
	III	1,0:0,77:0,14	1,0:2,01:0,22	1,0:0,69:0,21	1,0:0,66:0,12	1,0:2,14:0,17	1,0:0,43:0,22
Markant	I	1,0:1,14:0,17	1,0:2,14:0,40	1,0:0,68:0,25	1,0:1,34:0,21	1,0 : 2,97	1,0:1,86:0,23
	II	1,0:0,96:0,14	1,0:2,33:0,31	1,0:0,54:0,20	1,0:1,63:0,16	1,0 : 2,90	1,0:1,75:0,22
	III	1,0:0,98:0,14	1,0:1,69:0,19	1,0:0,53:0,21	1,0:1,40:0,15	1,0 : 2,85	1,0:1,56:0,20

Fortsetzung zu Tabelle 12

Nährstoffverhältnisse 1970

Sorte	Düng.- Stufe	Blatt	9. Zeiternte Stengel	Spindel	Korn
Hymador	I	1,0:0,93:0,17	1,0:4,53:0,18	1,0:2,12:0,12	1,0:0,24:0,21
	II	1,0:1,20:0,15	1,0:3,34:0,17	1,0:2,00:0,13	1,0:0,21:0,17
	III	1,0:0,99:0,13	1,0:3,76:0,11	1,0:1,87:0,11	1,0:0,20:0,22
Inrakorn	I	1,0:0,72:0,15	1,0:4,68:0,15	1,0:2,13:0,15	1,0:0,29:0,23
	II	1,0:1,09:0,13	1,0:3,83:0,14	1,0:1,97:0,12	1,0:0,23:0,19
	III	1,0:0,88:0,12	1,0:2,66:0,12	1,0:2,13:0,13	1,0:0,23:0,20
Markant	I	1,0:0,80:0,15	1,0:2,39:0,26	1,0:1,90:0,13	1,0:0,29:0,23
	II	1,0:0,87:0,12	1,0:2,36:0,16	1,0:1,62:0,14	1,0:0,27:0,21
	III	1,0:1,00:0,14	1,0:2,64:0,16	1,0:1,42:0,14	1,0:0,26:0,19

Tabelle 13

Nährstoffverhältnisse 1 9 7 1

N : K : P

Sorte	Düngg.- stufe	1. Zeiternte	2. Zeiternte	3. Zeiternte	4. Zeiternte	5. Zeiternte	6. Zeiternte
Hymador	I	1,0:0,81:0,11	1,0:0,82:0,11	1,0:0,80:0,16	1,0:1,04:0,18	1,0:1,12:0,24	1,0:1,04:0,18
	II	1,0:0,80:0,11	1,0:0,58:0,11	1,0:0,79:0,15	1,0:1,03:0,16	1,0:1,08:0,18	1,0:0,82:0,15
	III	1,0:0,84:0,11	1,0:0,59:0,11	1,0:0,79:0,15	1,0:0,95:0,15	1,0:1,03:0,13	1,0:0,91:0,15
Inrakorn	I	1,0:0,70:0,11	1,0:0,72:0,13	1,0:0,83:0,15	1,0:1,15:0,17	1,0:1,49:0,19	1,0:1,03:0,15
	II	1,0:0,64:0,10	1,0:0,53:0,11	1,0:0,82:0,14	1,0:1,05:0,15	1,0:1,07:0,15	1,0:0,98:0,15
	III	1,0:0,86:0,10	1,0:0,65:0,11	1,0:0,80:0,14	1,0:0,99:0,15	1,0:1,10:0,15	1,0:0,93:0,15
Markant	I	1,0:0,72:0,10	1,0:0,64:0,11	1,0:1,12:0,15	1,0:1,81:0,19	1,0:1,51:0,17	1,0:1,18:0,14
	II	1,0:0,8 :0,10	1,0:0,66:0,10	1,0:1,09:0,14	1,0:1,42:0,15	1,0:1,24:0,15	1,0:0,96:0,12
	III	1,0:0,75:0,10	1,0:0,65:0,11	1,0:1,12:0,13	1,0:1,08:0,14	1,0:0,98:0,14	1,0:0,84:0,13

Tabelle 14

Nährstoffverhältnisse 1 9 7 1

N : K : P

Sorte	Düngungs- stufe	7. Zeiternte			8. Zeiternte		
		Blatt	Stengel	Kolben	Blatt	Stengel	Kolben
Hymador	I	1,0:0,94:0,13	1,0:2,08:0,21	1,0:0,56:0,20	1,0:1,14:0,13	1,0:2,37:0,15	1,0:0,33:0,18
	II	1,0:1,01:0,14	1,0:1,25:0,14	1,0:0,48:0,18	1,0:1,06:0,13	1,0:1,97:0,13	1,0:0,31:0,17
	III	1,0:0,79:0,10	1,0:1,35:0,14	1,0:0,53:0,20	1,0:1,12:0,12	1,0:1,68:0,12	1,0:0,37:0,18
Innrakorn	I	1,0:0,93:0,12	1,0:1,29:0,14	1,0:0,63:0,19	1,0:0,89:0,11	1,0:2,22:0,16	1,0:0,32:0,17
	II	1,0:0,73:0,11	1,0:1,13:0,15	1,0:0,59:0,18	1,0:0,78:0,11	1,0:1,83:0,11	1,0:0,33:0,16
	III	1,0:0,86:0,13	1,0:1,04:0,13	1,0:0,60:0,18	1,0:0,82:0,12	1,0:1,87:0,11	1,0:0,31:0,16
Markant	I	1,0:0,96:0,10	1,0:2,06:0,15	1,0:0,50:0,19	1,0:0,98:0,11	1,0:2,94:0,21	1,0:0,38:0,20
	II	1,0:0,95:0,11	1,0:1,93:0,12	1,0:0,44:0,18	1,0:1,21:0,11	1,0:2,61:0,11	1,0:0,22:0,16
	III	1,0:0,80:0,10	1,0:1,63:0,12	1,0:0,43:0,17	1,0:0,97:0,11	1,0:2,51:0,15	1,0:0,29:0,15

Nährstoffverhältnisse 1 9 7 1

N : K : P

Sorte	Düngungs- stufe	9. Zeiternte			
		Blatt	Stengel	Spindel	Korn
Hymador	I	1,0:1,95:0,07	1,0:3,24:0,13	1,0:1,47:0,13	1,0:0,19:0,14
	II	1,0:1,12:0,13	1,0:2,91:0,13	1,0:1,46:0,12	1,0:0,18:0,13
	III	1,0:1,14:0,11	1,0:2,77:0,15	1,0:1,68:0,14	1,0:0,19:0,13
Innrakorn	I	1,0:1,17:0,11	1,0:2,53:0,12	1,0:1,78:0,13	1,0:0,19:0,13
	II	1,0:0,71:0,10	1,0:1,88:0,13	1,0:0,76:0,11	1,0:0,17:0,12
	III	1,0:0,78:0,10	1,0:1,92:0,13	1,0:1,42:0,14	1,0:0,17:0,13
Markant	I	1,0:1,12:0,10	1,0:2,85:0,13	1,0:1,45:0,09	1,0:0,18:0,13
	II	1,0:0,88:0,08	1,0:2,54:0,12	1,0:1,32:0,12	1,0:0,18:0,13
	III	1,0:0,89:0,10	1,0:1,98:0,11	1,0:1,26:0,11	1,0:0,19:0,12

4. Diskussion der Ergebnisse

Die Aufgabe dieser Arbeit liegt darin, die Entwicklung und Ertragsbildung sowie die Nährstoffaufnahme bei drei verschiedenen Reifegruppen angehörenden Maistypen in Abhängigkeit dreier Düngungsstufen zu untersuchen.

Die Frage, welchen Einfluß die Düngung auf die Entwicklung des Vegetationskegels ausübt, kann nicht isoliert betrachtet werden. Sortenunterschiede und Jahreseinflüsse müssen dabei berücksichtigt werden. Eine Steigerung von Stufe I (ohne Mineraldüngung, Bodenversorgung pH 6,3, 19 mg P_2O_5 , 12 mg K_2O , 18 mg Mg/100 g Boden) zu Stufe II (75 kg/ha N, 94 kg/ha K, 30 kg/ha P) bringt in beiden Jahren bei allen drei Sorten eine Beschleunigung der Entwicklung. Die Tatsache, daß Stickstoff und andere Nährstoffe die Entwicklung beeinflussen (NIOPEK 1960 u. BOYE 1970), ist damit bestätigt worden. Eine Verdoppelung der Düngung von Stufe II auf Stufe III (150 kg/ha N, 188 kg/ha K, 60 kg/ha P) hatte nur am Anfang der Vegetation eine beschleunigende Wirkung bis zum Stadium Verdoppelung der Blütenanlage beim Kolben. Die Sortenunterschiede konnten durch die Düngung nur zum Teil aufgehoben werden. Die Differenz zwischen Hymador (A_I) und Markant (C_I) beträgt 1970 bei Stadium Rispschieben 7 Tage, während der Unterschied zwischen A_{III} und C_{III} (bei der hohen Düngungsstufe) am gleichen Zeitpunkt nur noch 2 Tage beträgt (Tab. 2). Die Sorten haben sich so verhalten, wie es zu erwarten war; in beiden Jahren zeigt Hymador als mittelfrühreifende Sorte die schnellste Entwicklung, während die spätreifende Sorte Markant in der Entwicklung am langsamsten war. Inrakorn nahm seiner Reifegruppe entsprechend eine Mittelstellung ein. Der Entwicklungsrhythmus war in beiden Versuchsjahren verschieden. 1971 war

die Witterung verhältnismäßig warm und deswegen wurde früher gesät. Nach dem Aufgang herrschte eine anhaltende Kälte, welche die Entwicklung der Maispflanze hemmte. Erst später, (Juli/August), wurde die Entwicklung so beschleunigt, daß gegen Ende der Vegetation sogar ein Vorsprung zum ersten Jahr zu erkennen war.

Der Rhythmus der Ertragsbildung ist bei verschiedenen Biotypen entsprechend ihrer Reifegruppe unterschiedlich. Aufgrund der früheren Reife hat Hymador (A_{III}) die kürzeste Vegetationsdauer und daher wird auch die geringste Gesamtmasse ausgebildet, während die spätreifende Sorte Markant (C_{III}) den höchsten TM-Ertrag bringt. Inrakorn liegt wiederum in der Mitte. Die Gesamterträge nehmen bis zur Teigreife zu; danach ist - bedingt durch Blattverluste - ein leichter Rückgang zu beobachten.

Die Tab. 4 und 5 zeigen, wie die Kolbenenerträge von der Milchreife bis zur Vollreife in allen drei Sorten zunehmen, während der Blattanteil bis zur Teigreife zunimmt und danach absinkt. Die Tatsache, daß die Stengel der Maispflanze vorübergehend als Speicherorgan für Kohlenhydrate dienen (MÜHLING 1962, CRÖSSMANN 1967, STÄHLIN und SCHÄFER 1968), ist in beiden Jahren bestätigt worden. Im Laufe der Kornbildungsphase findet ein Transport der Kohlenhydrate in den Kolben statt, ein Teil wird zur Atmung verbraucht. Daher ist ein rascher Rückgang des Stengelgewichtes von der Milchreife an festzustellen.

Ebenso wie bei der Entwicklung, ist die Wirkung steigender Düngung auf den Rhythmus der Ertragsbildung deutlich nachzuweisen. In den meisten Fällen nehmen mit steigender Düngung die Erträge zu. Nur bei Hymador trat in der Vollreife eine leichte Depression ein.

1971 liegen sowohl die Gesamterträge als auch die Korn-
erträge wegen der besonderen Witterungsverhältnisse in
diesem Jahr niedriger als 1970 (Tab. 4 und 5). Das ist
bei Hymador als früher reifende Sorte am stärksten aus-
geprägt. Die ungünstigen Witterungsbedingungen nach dem
Aufgang haben das Wachstum und die Entwicklung der Mais-
pflanze so gehemmt, daß der frühreifende Hymador bei zu-
nehmend günstig werdender Witterung diese Verzögerung
nicht mehr aufholen konnte. Inrakorn und Markant konnten
demgegenüber wegen der längeren Vegetationszeit höhere
Erträge bringen. Trotzdem war wegen des trockenen und
warmen Sommers, in dem der Wachstumsfaktor Wasser oft
begrenzend wirkte, die Wirkung der Düngung im zweiten
Jahr nicht so deutlich wie im ersten Jahr. Die höheren
Kornserträge von Inrakorn sind mit auf größere Reihenzahl
und damit mehr Körner pro Kolben zurückzuführen. Obwohl
Markant höheres TKG zeigt, konnte der beschriebene Vor-
sprung von Inrakorn nicht kompensiert werden.

Die Feststellung, daß Biotypen mit längerer Vegetations-
zeit größere Wuchshöhe aufweisen (zit. SPECHT und GÖRLITZ,
1961), wird in beiden Jahren bei der spätreifenden Sorte
Markant bestätigt (Tab. 7). Die Aufstellung der prozentu-
alen Anteile der Fraktionen an der Gesamtpflanze (Tab.15)
zeigen, daß der Kornanteil bei den Korntypen Hymador und
Inrakorn höher liegt als bei dem Silomais Markant. Stei-
gende Düngung, besonders in der Düngungsstufe II, beein-
flußt den Kornanteil bei Hymador und Inrakorn deutlich
stärker, während bei Markant der Blatt- und Stengelanteil
relativ höher ansteigt.

Da das Jugendwachstum der Maispflanze sehr langsam ver-
läuft, ist die Nährstoffaufnahme während dieser Zeit ge-
ring. Erst mit dem Beginn der Blüte nimmt die Nährstoff-

Tabelle 15

Prozentualer Anteil der Fraktionen

Sorte	Ernte-Nr.	I			II			III					
		Stengel	Blatt	Kolben	Spindel	Korn	Stengel	Blatt	Kolben	Spindel	Korn		
Hymador	7	45,4	37,8	16,8		42,5	38,3	19,2	41,4	38,0	20,6		
	8	31,2	26,6	42,2		28,7	28,4	42,9	27,9	29,0	43,1		
	9	28,7	22,4	48,9	(8,5	40,4)	16,6	22,9	60,5	20,1	26,7	53,2	(8,9
Innrakorn	7	52,4	33,6	14,0		45,0	37,4	17,6	47,3	32,8	19,9		
	8	33,6	27,2	37,2		32,0	25,5	42,5	30,6	27,1	42,3		
	9	21,6	27,2	51,2	(6,6	44,6)	20,9	19,0	60,1	15,9	25,0	59,1	(7,7
Markant	7	41,9	37,7	20,4		41,0	37,0	22,0	39,6	38,2	22,2		
	8	31,4	28,4	40,2		30,5	26,9	42,6	28,0	29,0	43,0		
	9	19,4	24,8	55,8	(11,2	44,6)	21,9	28,1	50,0	18,0	27,1	54,9	(11,3
Hymador	7	30,6	32,6	36,8		29,8	36,6	33,6	30,0	35,8	34,2		
	8	19,6	29,6	50,8		22,0	27,7	50,3	21,6	29,7	48,7		
	9	12,7	23,3	64,0	(8,9	55,1)	12,2	26,6	61,2	12,7	30,1	57,2	(8,8
Innrakorn	7	38,7	36,9	24,4		38,2	37,7	24,1	39,2	38,0	22,8		
	8	25,6	27,6	46,8		25,7	29,4	44,9	27,2	30,2	42,6		
	9	15,4	23,9	60,7	(8,2	52,5)	16,4	24,7	58,9	17,0	26,7	56,3	(7,4
Markant	7	28,0	33,8	38,2		26,7	33,6	39,7	26,8	36,6	36,6		
	8	20,5	27,0	52,5		20,7	31,1	48,2	20,0	29,5	50,5		
	9	14,7	28,5	56,8	(9,0	47,8)	14,2	33,6	52,2	13,5	29,5	57,0	(9,6

aufnahme stark zu. Die aus den Erträgen und Nährstoffgehalten errechneten Nährstoffaufnahme曲ven weisen im allgemeinen im Laufe der Vegetationszeit eine für jeden Nährstoff charakteristische Kurve auf, die gute Einblicke in die Beziehungen zwischen der Aufnahme der einzelnen Nährstoffe und der Substanzbildung gestatten (ZAMANI 1960, v. BOGUSLAWSKI, ATANASIU und ZAMANI 1961). Generell liegen alle aufgenommenen Nährstoffe 1971 - wie die Erträge - niedriger als 1970. Das ist mit den beschriebenen, im zweiten Versuchsjahr ungünstigeren Witterungsbedingungen zu erklären. Auch die Wirkung der Düngung wurde durch anhaltende Trockenheit gemindert. Der Aufnahmerhythmus vom Stickstoff im Laufe der Vegetation entspricht dem Verlauf der Zeitertragskurve (Abb. 7 u. 8 nur für Inrakorn). Sie ist im Anfang sehr gering, steigt dann aber rasch an. Die höchste Stickstoffaufnahme zeigt Inrakorn. Da während der Abreife die Eiweißbildung zunimmt, sinken in dieser Periode die N-Gehalte im Stengel und Blatt (Anhang 3-5).

Wie aus Abb. 27-29 ersichtlich, ist die Menge des aufgenommenen Kaliums bis zum Stadium B (Blüte an der Rispe) mit der N-Aufnahme fast identisch. Danach steigt die K-Aufnahmekurve steiler an. Erst nach Ende der Blüte (6. Zeiternte) - das heißt bei Beginn der Kornbildung - überschneidet die N-Aufnahmekurve die K-Aufnahmekurve und liegt bis zum Vegetationsende darüber. Die Abbildungen 27 u. 29 zeigen, daß der Nährstoffbedarf niedriger liegt als der Nährstoffentzug. Diese Feststellung stimmt mit der von KHOSSUSSI (1962) erschienenen Arbeit über Getreidearten überein, während bei Hackfrüchten (Zuckerrüben) die K-Aufnahme bis zur letzten Ernte noch höher liegt als die N-Aufnahme (ZAMANI 1960 und KHOSSUSSI 1962). Wie

ABB:27 Ertrag und Nährstoffaufnahme der Sorte Inrakorn (1970)
Düngungsst. I [ohne Düngung]

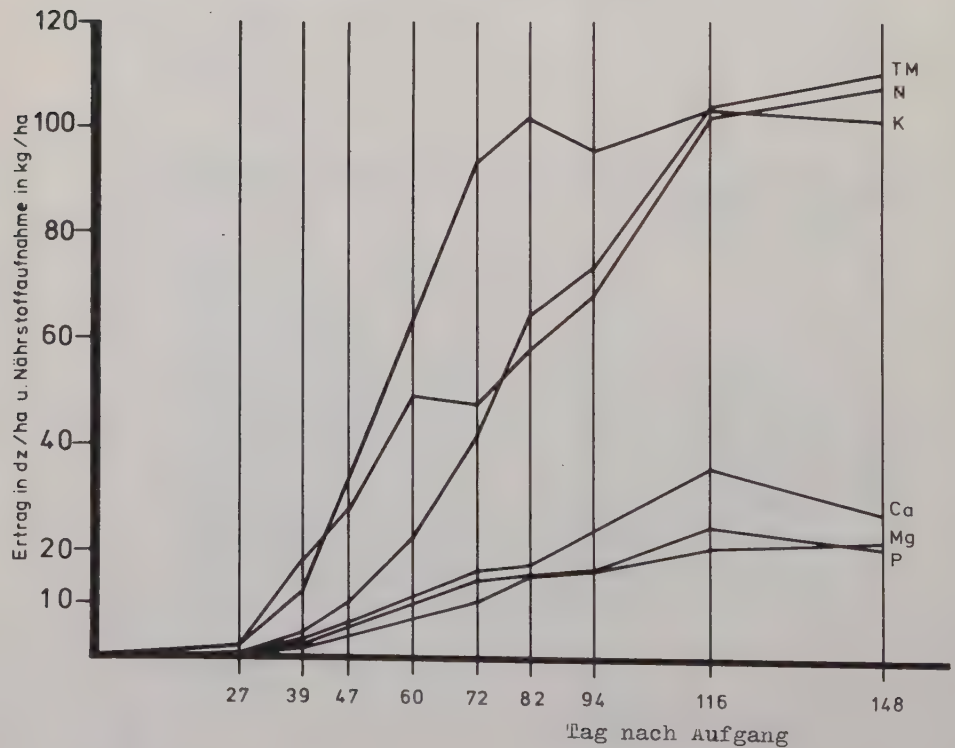


ABB:28 Ertrag und Nährstoffaufnahme der Sorte Inrakorn (1970)
Düngungsst. II [N : K : P]
1,0 1,25 0,4

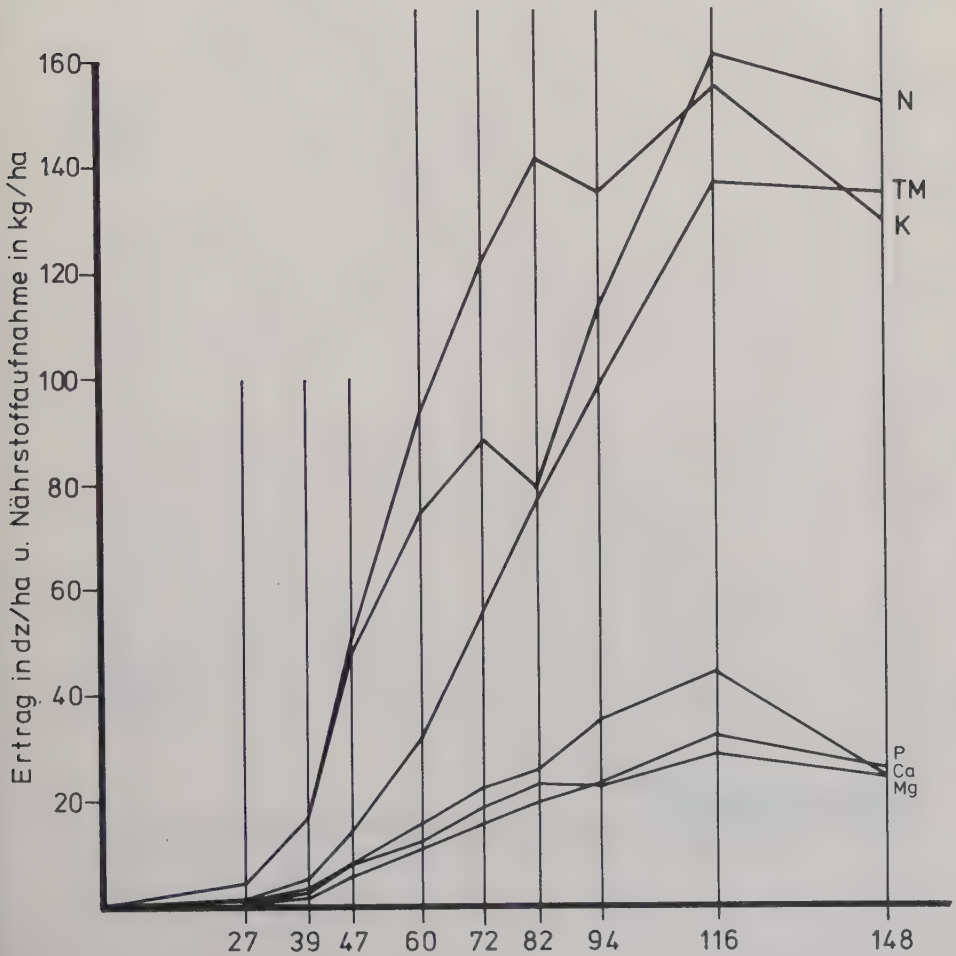
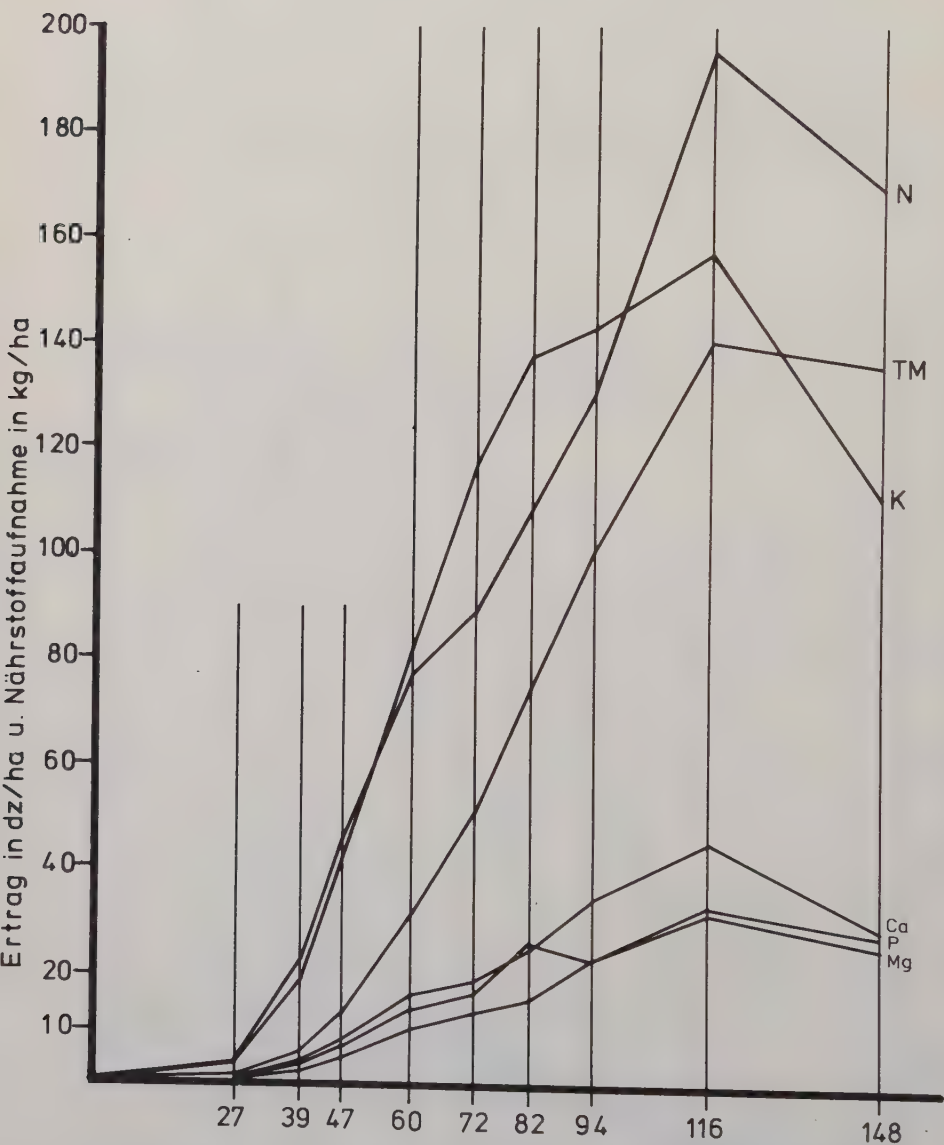


ABB:29 Ertrag und Nährstoffaufnahme der Sorte Inrakorn (1970)
Düngungsst. III [N : K : P]
1,0 1,25 0,4



weiter aus Abb. 27-29 zu entnehmen ist, liegt das Maximum der K-Aufnahme in allen drei Düngestufen in der 8. Zeiternte (bei Teigreife). Später ist wegen der Blattverluste, Auswaschung und Rückwanderung ein Rückgang festzustellen (QUTZAU 1932, ACHROMEIKO 1936 und FEDOROWSKIJ 1959).

Die Aufnahme von Phosphor im Laufe der Vegetation ist aus den Abb. 15 u. 16 zu ersehen. Sie steigt bis zur Teigreife an, danach ist ein leichter Rückgang zu beobachten. Während die Wirkung der Düngung auf die P-Gehalte nur gering ist, steigt die P-Aufnahme mit steigenden Erträgen in höheren Düngungsstufen. 1970 liegen sowohl die P-Gehalte als auch die P-Aufnahme wegen der günstigeren Witterungsbedingungen höher als 1971 (Tab. 8-10).

Auch die Mg-Aufnahme liegt in diesem Jahr höher (Tab.8-10). Die Verteilung des Magnesiums in der Pflanze ist unterschiedlich. Während Stengel und Blatt die höchsten Mg-Gehalte aufweisen, liegen sie im Kolben wesentlich niedriger (Anhang 3-5).

Die Aufnahmekurven von Magnesium sowie die von Phosphor und Calcium verlaufen deutlich flacher als die N- und K-Aufnahmekurven (Abb. 27-29). Wie die Magnesiumgehalte liegen die Ca-Gehalte im Blatt und Stengel höher als im Kolben (Anhang 3-5). Auch die Calcium-Aufnahme liegt - wie bei anderen Nährstoffen - im zweiten Versuchsjahr niedriger als im ersten. Wie aus den Tab. 8-10 zu entnehmen ist, weist Markant die höchste P-, Mg- und Ca-Aufnahme auf. Die Nährstoffverhältnisse sind in

Tab. 11-14 wiedergegeben. Nach RACKMANN (1938), MOKHTARE (1960), v. BOGUSLAWSKI, ATANASIU und ZAMANI (1961) nehmen die jungen Pflanzen die Nährstoffe in einem anderen Verhältnis auf als die älteren. Die Tab. 11-14 zeigen, daß die N-Aufnahme am Anfang der Vegetation (bis zur 4. Zeiternte) im Vergleich zu anderen Nährstoffen höher liegt, während später die K-Aufnahme am höchsten ist.

Die Nährstoffverhältnisse sind in den Pflanzenfraktionen unterschiedlich. Während im Stengel die K-Gehalte höher liegen als die N-Gehalte, sind im Kolben die N-Gehalte höher.

Die höchste Nährstoffaufnahme ist bei Markant, der Sorte mit längster Vegetationszeit und höchstem Gesamtertrag festgestellt worden. Das deutet darauf hin, daß die Pflanze mit längerer Vegetationszeit den höchsten Nährstoffbedarf hat.

Die Ergebnisse liefern einen Beitrag für die Düngung und Düngungsberatung.

5. Zusammenfassung

Um die Entwicklung und den Rhythmus der Ertragsbildung sowie die Nährstoffaufnahme bei drei verschiedenen Maisbiotypen in Abhängigkeit dreier Düngungsstufen zu untersuchen, wurden 1970 und 1971 in Gießen Feldversuche mit drei Düngungsstufen durchgeführt (ohne Mineraldüngung, 75 kg/ha N : 94 kg/ha K : 30 kg/ha P, 150 kg/ha N : 188 kg/ha K : 60 kg/ha P). Dabei konnten folgende Ergebnisse ermittelt werden:

1. Der Einfluß des Jahres, d.h. der Witterung, ist sehr stark und läßt sich nicht durch Düngung kompensieren.

2. Die verschiedenen Reifegruppen angehörenden Maisbiotypen zeigen deutliche Unterschiede in der Dauer der Entwicklungsphasen. Die Entwicklung wird durch steigende Düngung beschleunigt, so daß Abstände zwischen den Sorten geringer werden, die Sortenunterschiede bleiben aber bestehen.

3. Der Rhythmus der Ertragsbildung ist entsprechend der Reifegruppe unterschiedlich. Markant als spätreifende Sorte bringt wegen längerer Vegetationsdauer den höchsten Gesamtertrag. Inrakorn bringt in beiden Jahren den höchsten Kornertrag, das ist mit auf eine größere Kornzahl pro Kolben zurückzuführen.

4. Der Stengel dient vorübergehend als Assimilatespeicher, in der Kornbildungsphase findet eine Verlagerung vom Stengel zum Kolben statt.

5. Die Nährstoffaufnahme ist während des Jugendwachstums gering, sie nimmt für alle Nährstoffe in charakteristischer Weise während der Blüte zu. Steigende Düngung bewirkt neben höheren Erträgen und Nährstoffgehalten eine höhere Nährstoffaufnahme.

6. Das Nährstoffverhältnis in der Pflanze ist bei jungen Pflanzen anders als bei älteren. Zunächst wird relativ mehr Stickstoff aufgenommen, später nimmt Kalium vorübergehend zu.

7. Für einen optimalen Maisanbau muß sich die Sortenwahl und die Düngung an den gestellten Kriterien sowie den Standortfaktoren orientieren.

Literaturübersicht

- ACHROMEIKO, A.I. (1963): Über die Ausscheidung mineral. Stoffe durch die Pflanzenwurzel. Z.f.Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, 42, 156-160.
- ANDERSON, S. (1952): Methods for determining stages of development in Barley and Cots. Physiol.Plant. 5, 199-210.
- BANERJEE, S., F. WIENHUS (1965): Comparative studie on the Development of Spike in Wheat, Barley and Rye. Z.f.Pflanzenzüchtung 54, 130-142.
- BELLMANN, K., A. RÄUBER, A. WINKEEL und K.MEINL (1967): Mehrjährige Untersuchungen über Stoffbildung und Entwicklung des Maises. Z.f. Pflanzenzüchtung 58, 105-121.
- BOGUSLAWSKI, E.v. (1942): Ein Verfahren zur statistischen Untersuchung in Abhängigkeit Ernteerträge von Standort und klimatischen Faktoren. Forschungsdienst 13, 301-320.
- BOGUSLAWSKI, E.v. (1952): Gefäßversuche zur Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit. International. Society of soil Science Dublin.
- BOGUSLAWSKI, E.v. (1954): Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren bei der Ertragsbildung. Z.f. Acker- und Pflanzenbau 28, 146-186.
- BOGUSLAWSKI, E.v. (1959): Zur Problematik der Pflanzenbauwissenschaft. Z.f. Acker- und Pflanzenbau 108, 321-338.
- BOGUSLAWSKI, E.v. (1965): Das Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren und die Komplexwirkung. Vorträge für Pflanzenzüchter 2, 4-19.
- BOGUSLAWSKI, E.v., A. VÖMEL, G. REICHELT (1954): Nährstoffverhältnisse in der Düngung und Ertragsbildung. Z.f. Acker- und Pflanzenbau 27, 267-298.
- BOGUSLAWSKI, E.v., N.ATANASIU, R. ZAMANI (1961): Nährstoffaufnahme und Nährstoffverhältnis im Laufe der Vegetation bei Zuckerrüben. 1.und 2. Mitteilung Z.f. Zucker 16, 398-404.
- BOGUSLAWSKI, E.v., P. LIMBERG und B. SCHNEIDER (1963): Grundlagen und Gesetzmäßigkeit der Ertragsbildung. Z.f.Acker- und Pflanzenbau 116, 231-256.

- BOMMER, D. (1959): Über Zeitpunkt und Verlauf der Blüten-differenzierung bei perennierenden Gräsern. Z.f. Acker- und Pflanzenbau 109, 94-118.
- BONNETT, O.T. (1940): Development of the staminate and pistillate inflorescences of sweet corn. Jour.Agr.Res. 60, 25-27.
- BOYE, R. (1970): Unterschiedliche Reaktion von verschiedenen Sonnenblumensorten (H.annuus.L.) auf Photoperiode und Temperatur. Diss. Gießen.
- BRETTSCHNEIDER-HERRMANN, B. (1965): Temperaturverlauf, Entwicklung, Wachstum und Ertragsbildung bei Hafer. Z.f. Acker- und Pflanzenbau 123, 209-224.
- BROUWER, W. (1970): Der Mais. Handb. des speziellen Pflanzenbaues I Paul Parey Verlag.
- CRÖSSMANN, G. (1966): Standraum und Stoffproduktion bei Mais. Diss. Gießen.
- DEBRECZENI, K. (1967): Die Nährstoffaufnahme und der Wasserhaushalt des Mais und des Weizens in Abhängigkeit von unterschiedlicher Nährstoff- und Wasserversorgung. Diss. Halle.
- FEDOROWSKIJ, D.W. (1958): Die Ausscheidungen von markiertem Phosphor und Calcium bei Ernährung der Pflanze durch die Wurzel. Zit. Z.f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 85, 260-265.
- FRANK, H. (1954): Über den Stickstoffverlust bei alternden Pflanzen. Planta 44, 319-321.
- HANKE, P. (1959): Zur Ermittlung phänologischer Daten bei Mais. Albrecht-Thaer-Archiv 3, 139-145.
- KÄMPF, N.P. (1971): Pflanzliche Produktion, Pflanzenbau und Pflanzenschutz. DLG-Verlag.
- KHAVIDI, D. (1968): Die Wirkung der Beregnung zu Zuckerrüben bei verschiedenem Wasserzustand eines schweren Alluvialbodens. Diss. Gießen.
- KHOSSUSSI, M. (1962): Die Wirkung der Nährstoffmenge und des Nährstoffverhältnisses in der Düngung auf Ertrag und die Nährstoffaufnahme von Sommergerste. Diss. Gießen.
- KLAPP, E. (1967): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues Paul-Parey-Verlag.

- KÜRTEN, P.W. (1965): Mais. Handb. der Pflanzenernährung III/I Springer-Verlag.
- LIESEGANG, F. (1965): Der natürliche Standort für den Anbau von Körner- und Silomais in Westdeutschland. Diss. München.
- LIMBERG, P. (1960): Entwicklung, Wachstum und Ertragsbildung. Vorträge für Pflanzenzüchter 6, 27-54.
- LOCHOW, J.v., W.SCHUSTER (1961): Anlage und Auswertung von Feldversuchen. DLG-Verlag.
- MENGEL, K. (1968): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav-Fischer-Verlag.
- MITSCHERLICH, E.A. (1916): Zum Gesetz des Pflanzenwachstums. Landw. Jahrbuch 28, 537-552.
- MOKHTARE, F. (1960): Nährstoffaufnahme und Nährstoffverhältnis im Laufe der Vegetation bei Weizen. Diss. Gießen.
- MUDRA, A. (1970): Lehrbuch der Züchtung. Landw. Kultur-Pflanze Paul-Parey-Verlag.
- MÜHLING, H.G. (1962): Zur Stoffaufnahme und Stoffbildung von Mais. Diss. Gießen.
- NEHRING, K. (1960): Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden für Düngung und Futtermittel, Boden und Milch. Paul-Parey-Verlag.
- NIOPEK, J. (1960): Der Einfluß der Klimafaktoren Licht und Temperatur auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung bei Mais. Diss. Gießen.
- NOGUSHI, Y. (1929): Studien über die Entwicklung der Infloreszenz und der Blüte bei Getreidepflanzen. Jour. Coll. of Agr. Imp. Univ. Tokio 10, 5248-5302.
- PFEIFFER, Th. und A. RIPPEL (1921): Nährstoffaufnahme und Stoffherzeugung bei Gerste bzw. Bohnenpflanze. Jour.f.Landw. 69, 137-162.
- QUTZAU, G. (1932): Die Nährstoffaufnahme bei Wintergetreide. Diss. Halle.
- RACKMANN, K.: Düngen wir richtig? Agrikulturchemische Beratungen über aktuelle Düngungsfragen. Dtsch.Druck- und Verlagshaus A.Krug, Leipzig.
- RINTELEN, P. (1971): Mais. Ein Handb. über Produktionsrechnik und Ökonomik. DLG-Verlag.

- RIPPEL, A. (1927): Über den Zusammenhang zwischen dem Aufnahmeverlauf der Bodennährstoffe bei den höheren Pflanzen und der Beweglichkeit dieser Stoffe in der Pflanze. Biochem. Zeitschrift 187, 272-282.
- RUDORF, W. (1957): Physiologische Grundfragen. Handb. der Pflanzenzüchtung I. Paul-Parey-Verlag.
- SCHARER, K., K. MENGEL (1959): Agrarchemiker IV 1-24.
- SCHEFFER, F. (1952): Ernährung und Düngung der Pflanze. Handb. der Landw. I. Paul-Parey-Verlag.
- SCHMALFUSS, K. (1966): Pflanzenernährung und Bodenkunde. Hirzel-Verlag.
- SCHÜTT, P. (1972): Weltwirtschaftspflanze. Paul-Parey-Verlag.
- SCHWARZER, P. (1957): Stoffproduktion und Pflanzenzüchtung. Handb. der Pflanzenzüchtung I. Paul-Parey-Verlag.
- SHAABAN, S. (1968): Der Einfluß gesteigerter Stickstoffgaben auf Ertrag und Futterwert von Grünmais. Diss. Gießen.
- SPECHT, G., H. GÖRLITZ (1961): Ertragsbildung und Qualitätseigenschaften von Silomais und Hybriden. Z.f. Landw. Versuchs- und Untersuchungswesen. 7, 141-167.
- STÄHLIN, A. (1968): Mais als Futterpflanze. Sonderdruck aus der Z.f. Das wirtschaftseigene Futter. 4, 362-373.
- STÄHLIN, A., K. SCHÄFER (1968): Über die physiologische und praktische Bedeutung der Seitentriebbildung bei Mais. Z.f. Acker- und Pflanzenbau. 128, 335-353.
- WEBER, H. (1938): Gramineen-Studien I. Über das Verhalten des Gramineen-Vegetationskegels bei Übergang zur Infloreszenzbildung. Planta 28, 275-289.
- ZAMANI, R. (1960): Nährstoffaufnahme und Nährstoffverhältnis im Laufe der Vegetation bei Zuckerrüben. Diss. Gießen.
- ZSCHEISCHLER-GROSS (1966): Maisanbau und Verwertung. DLG-Verlag.

Anhang 1

Niederschläge des Standortes Gießen
in mm

Monat	1 9 7 0		1 9 7 1	
	Dekade	Monats-	Dekade	Monats-
	Summe	summe	Summe	summe
Januar	I	16,1	3,1	
	II	2,9	4,4	32,3
	III	33,4	24,8	
Februar	I	41,5	0,5	
	II	14,5	8,5	18,6
	III	28,8	9,6	
März	I	11,2	0,3	
	II	10,8	4,1	9,7
	III	15,4	5,3	
April	I	13,2	3,0	
	II	27,5	1,1	31,1
	III	18,2	27,0	
Mai	I	15,5	-	
	II	16,4	20,9	56,7
	III	7,9	35,8	
Juni	I	5,0	19,2	
	II	10,3	63,8	108,8
	III	29,6	25,8	
Juli	I	34,0	-	
	II	15,5	0,4	14,3
	III	34,3	13,9	
August	I	0,3	17,0	
	II	26,7	7,9	59,3
	III	9,4	34,4	
September	I	12,5	2,5	
	II	21,1	2,0	17,2
	III	8,9	12,7	
Oktober	I	40,1	-	
	II	1,9	30,9	32,4
	III	11,5	1,5	
November	I	13,2	5,5	
	II	18,6	34,3	67,6
	III	4,5	27,8	
Dezember	I	33,8	2,7	
	II	0,7	10,7	15,2
	III	7,7	1,8	

Anhang 2

Temperaturen des Standortes Gießen
in Grad Celsius

Monat		1 9 7 0		1 9 7 1	
		Dekade Mittel	Monats- mittel	Dekade Mittel	Monats- mittel
Januar	I	-2,4	- 1,8	- 7,7	- 1,7
	II	-1,9		- 2,7	
	III	-1,1		4,6	
Februar	I	+ 0	- 0,2	2,7	2,7
	II	- 1,8		3,1	
	III	+ 1,1		1,0	
März	I	- 0,8	+ 2,5	- 3,4	+ 1,8
	II	+ 2,7		3,9	
	III	+ 5,5		4,7	
April	I	2,0	5,4	9,1	9,1
	II	9,0		9,4	
	III	8,3		8,8	
Mai	I	12,9	12,5	12,5	14,7
	II	13,1		18,0	
	III	11,7		13,6	
Juni	I	16,0	17,5	16,7	14,3
	II	18,2		12,4	
	III	18,1		13,8	
Juli	I	16,2	16,1	19,0	18,6
	II	15,4		16,7	
	III	16,8		19,9	
August	I	20,0	17,4	19,1	17,9
	II	16,1		18,9	
	III	16,1		15,8	
September	I	15,5	13,5	14,2	12,6
	II	13,7		11,0	
	III	11,4		12,7	
Oktober	I	12,0	9,9	8,7	8,3
	II	9,1		8,5	
	III	8,7		7,7	
November	I	8,0	5,8	5,7	3,7
	II	6,4		3,8	
	III	3,0		1,4	
Dezember	I	4,5	0,5	3,2	3,7
	II	2,5		3,6	
	III	- 4,8		4,3	

Nährstoffgehalt in % der TM
Sorte H y m a d o r

1 9 7 1

1 9 7 0

Düng.-Stufe	Ernte-Nr.	N	K	P	Ca	Mg	N ₂	N	K	P	Ca	Mg	Na
	1 Gesamt	4,03	3,20	0,33	0,86	0,59	0,028	4,64	3,75	0,50	0,90	0,54	0,052
	2	3,77	2,72	0,35	0,65	0,81	0,050	4,14	3,40	0,44	0,89	0,36	0,027
	3	3,19	2,44	0,36	0,57	0,72	0,094	2,72	2,18	0,42	0,74	0,35	0,012
	4	2,19	3,07	0,31	0,53	0,52	0,014	1,73	1,80	0,31	0,49	0,29	0,006
	5	1,40	2,32	0,27	0,37	0,72	0,010	1,38	1,55	0,33	0,44	0,29	0,008
	6	1,25	1,70	0,26	0,30	0,30	0,013	1,31	1,36	0,24	0,50	0,28	0,008
	7 Gesamt	0,95	1,19	0,22	0,33	0,26	0,014	1,20	1,11	0,21	0,33	0,21	0,008
	Stengel	0,41	1,19	0,17	0,22	0,23	0,011	0,56	1,16	0,12	0,33	0,23	0,010
	Blatt	1,33	1,26	0,25	0,57	0,36	0,020	1,45	1,37	0,18	0,65	0,27	0,008
	Kolben	1,59	1,01	0,31	0,09	0,09	0,009	1,50	0,84	0,30	0,05	0,15	0,007
	8 Gesamt	1,20	1,12	0,23	0,32	0,27	0,010	1,25	0,94	0,20	0,31	0,23	0,009
	Stengel	0,46	1,78	0,13	0,24	0,21	0,021	0,67	1,47	0,09	0,41	0,28	0,009
	Blatt	1,49	1,33	0,21	0,79	0,46	0,012	1,14	1,30	0,14	0,73	0,37	0,015
	Kolben	1,46	0,56	0,33	0,03	0,17	0,003	1,56	0,52	0,27	0,04	0,13	0,005
	9 Gesamt	1,08	1,14	0,21	0,29	0,26	0,017	1,28	0,79	0,16	0,26	0,15	0,007
	Stengel	0,55	2,48	0,10	0,28	0,38	0,026	0,68	2,20	0,09	0,43	0,28	0,015
	Blatt	1,06	0,98	0,18	0,64	0,39	0,024	1,13	1,18	0,07	0,82	0,26	0,008
	Kolben	1,34	0,47	0,27	0,03	0,13	0,006	1,45	0,36	0,20	0,04	0,09	0,005
	Spindel	0,45	0,95	0,06	0,04	0,06	0,008	0,45	0,66	0,06	0,04	0,03	0,008
	Korn	1,53	0,36	0,32	0,03	0,14	0,006	1,61	0,31	0,23	0,03	0,10	0,005

I

ohne

Mineral -
düngung

1. Fortsetzung zu Anhang 3

Nährstoffgehalt in % der TM
Sorte H y m a d o r

Düng.-Stufe	Ernte-Nr.	1 9 7 0					1 9 7 1						
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
II	1 Gesamt	4,04	3,86	0,33	0,81	0,45	0,032	4,71	3,79	0,52	0,90	0,49	0,041
	2	3,92	3,17	0,36	0,69	0,70	0,043	4,03	2,35	0,45	0,75	0,38	0,011
	3	3,43	3,53	0,39	0,60	0,61	0,028	2,58	2,04	0,38	0,69	0,35	0,016
	4	2,42	3,00	0,32	0,55	0,47	0,012	1,92	1,98	0,31	0,55	0,32	0,006
	5	1,49	2,19	0,29	0,38	0,33	0,010	1,38	1,49	0,25	0,47	0,29	0,009
	6	1,17	1,86	0,24	0,26	0,24	0,011	1,65	1,36	0,24	0,45	0,25	0,008
	7 Gesamt	1,12	1,37	0,22	0,34	0,21	0,012	1,31	1,09	0,21	0,35	0,22	0,008
	Stengel	0,54	1,51	0,16	0,25	0,22	0,016	0,85	1,06	0,12	0,35	0,21	0,009
	Blatt	1,52	1,36	0,24	0,58	0,26	0,008	1,35	1,38	0,19	0,63	0,29	0,009
	Kolben	1,60	1,05	0,34	0,09	0,10	0,010	1,67	0,81	0,30	0,04	0,14	0,006
III	8 Gesamt	1,12	1,13	0,23	0,30	0,18	0,012	1,34	0,95	0,20	0,30	0,21	0,010
	Stengel	0,54	1,64	0,14	0,28	0,16	0,020	0,75	1,48	0,09	0,38	0,25	0,007
	Blatt	1,27	1,32	0,21	0,72	0,29	0,010	1,23	1,30	0,16	0,74	0,35	0,010
	Kolben	1,40	0,63	0,31	0,04	0,13	0,007	1,66	0,52	0,28	0,03	0,12	0,004
	9 Gesamt	1,12	0,96	0,19	0,20	0,18	0,011	1,33	0,81	0,18	0,31	0,20	0,007
	Stengel	0,73	2,40	0,12	0,32	0,31	0,019	0,74	2,15	0,09	0,43	0,30	0,010
	Blatt	0,96	1,07	0,14	0,57	0,29	0,019	1,07	1,20	0,14	0,89	0,41	0,010
	Kolben	1,29	0,43	0,22	0,03	0,11	0,008	1,56	0,37	0,21	0,03	0,09	0,005
	Spindel	0,48	0,90	0,06	0,04	0,05	0,009	0,46	0,67	0,06	0,04	0,02	0,008
	Korn	1,73	0,35	0,30	0,03	0,14	0,008	1,76	0,32	0,24	0,03	0,10	0,004

2. Fortsetzung zu Anhang 3

Nährstoffgehalt in % der TM
Sorte H y m a d o r

1 9 7 1

1 9 7 0

Düng.-Stufe	Ernte-Nr.	N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
III	1 Gesamt	4,05	3,75	0,33	0,74	0,42	0,029	4,62	3,88	0,52	0,93	0,50	0,033
	2	4,04	3,18	0,37	0,69	0,55	0,032	4,09	2,40	0,44	0,76	0,38	0,013
	3	3,66	3,27	0,39	0,67	0,59	0,034	2,74	2,16	0,41	0,84	0,34	0,009
	4	2,78	2,68	0,35	0,56	0,47	0,015	2,03	1,94	0,31	0,57	0,31	0,008
	5	1,88	2,32	0,29	0,39	0,38	0,008	1,73	1,79	0,27	0,47	0,28	0,010
	6	1,44	1,86	0,26	0,33	0,26	0,010	1,61	1,46	0,24	0,42	0,23	0,010
N : K : P 1,0:1,25:0,4 150:188:60	7 Gesamt	1,03	1,43	0,18	0,27	0,18	0,011	1,44	1,15	0,21	0,39	0,22	0,009
	Stengel	0,74	1,66	0,17	0,22	0,21	0,017	0,93	1,25	0,13	0,38	0,23	0,013
	Blatt	1,87	1,34	0,27	0,63	0,35	0,012	1,75	1,38	0,19	0,74	0,29	0,009
	Kolben	1,50	1,04	0,30	0,09	0,07	0,010	1,56	0,83	0,31	0,04	0,13	0,008
	8 Gesamt	1,33	1,12	0,24	0,31	0,21	0,009	1,33	1,31	0,20	0,34	0,21	0,007
	Stengel	0,65	1,62	0,13	0,24	0,22	0,017	0,85	1,43	0,10	0,42	0,26	0,007
	Blatt	1,64	1,30	0,23	0,80	0,37	0,011	1,31	1,46	0,16	0,77	0,32	0,012
	Kolben	1,56	0,64	0,32	0,02	0,10	0,003	1,55	0,57	0,27	0,03	0,11	0,004
	9 Gesamt	1,29	0,81	0,21	0,20	0,20	0,012	1,30	0,86	0,17	0,34	0,19	0,007
	Stengel	0,69	1,98	0,09	0,29	0,33	0,023	0,81	2,24	0,12	0,46	0,27	0,010
	Blatt	1,16	0,94	0,13	0,47	0,27	0,013	1,06	1,21	0,12	0,87	0,36	0,010
	Kolben	1,59	0,45	0,28	0,04	0,12	0,008	1,54	0,38	0,20	0,04	0,08	0,005
	Spindel	0,50	1,00	0,06	0,05	0,06	0,009	0,38	0,64	0,05	0,04	0,02	0,007
	Korn	1,80	0,36	0,31	0,03	0,13	0,008	1,75	0,33	0,23	0,04	0,10	0,005

Nährstoffgehalt in % TM
Sorte Inra Korn

Dünger-Stufe	Ernte Nr.	1 9 7 0						1 9 7 1					
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
I ohne Mineraldüngung	1 Gesamt	3,61	3,10	0,33	0,83	0,49	0,031	4,69	3,26	0,50	0,88	0,50	0,028
	2	3,59	2,54	0,36	0,69	0,57	0,036	3,30	2,38	0,44	0,94	0,40	0,010
	3	3,24	3,47	0,38	0,64	0,58	0,029	2,95	2,45	0,45	0,81	0,40	0,009
	4	2,11	2,76	0,31	0,50	0,42	0,013	1,70	1,96	0,29	0,52	0,31	0,008
	5	1,15	2,27	0,25	0,39	0,35	0,011	1,18	1,75	0,22	0,49	0,34	0,010
	6	0,89	1,59	0,24	0,28	0,24	0,013	1,24	1,28	0,18	0,43	0,25	0,007
	7 Gesamt	0,93	1,30	0,22	0,33	0,23	0,012	1,18	1,08	0,17	0,41	0,23	0,008
	Stengel	0,45	1,34	0,19	0,24	0,19	0,012	0,65	0,83	0,09	0,30	0,19	0,009
	Blatt	1,43	1,31	0,24	0,58	0,31	0,008	1,53	1,40	0,18	0,77	0,32	0,007
	Kolben	1,56	1,12	0,33	0,08	0,18	0,019	1,47	0,93	0,29	0,05	0,14	0,006
	8 Gesamt	0,98	1,00	0,24	0,34	0,20	0,013	1,14	0,76	0,17	0,34	0,21	0,007
	Stengel	0,43	1,60	0,18	0,26	0,18	0,020	0,42	0,93	0,07	0,34	0,19	0,008
II mit Mineraldüngung	Blatt	1,39	0,69	0,23	0,84	0,38	0,012	1,18	1,05	0,13	0,87	0,37	0,010
	Kolben	1,17	0,70	0,31	0,03	0,08	0,007	1,52	0,49	0,26	0,04	0,12	0,005
	9 Gesamt	0,98	0,92	0,19	0,25	0,20	0,012	1,25	0,75	0,15	0,32	0,18	0,009
	Stengel	0,49	2,30	0,07	0,25	0,26	0,018	0,55	1,39	0,07	0,45	0,33	0,014
	Blatt	0,97	0,70	0,15	0,66	0,32	0,015	1,06	1,24	0,12	0,71	0,32	0,008
	Kolben	1,18	0,45	0,25	0,04	0,11	0,009	1,46	0,38	0,19	0,03	0,08	0,005
	Spindel	0,47	1,01	0,07	0,05	0,06	0,012	0,46	0,82	0,06	0,06	0,01	0,008
	Korn	1,29	0,37	0,29	0,03	0,12	0,008	1,62	0,31	0,21	0,03	0,09	0,005

1. Fortsetzung zu Anhang 4

Nährstoffgehalt in % TM
Sorte Inra kor n

Düng.-Stufe	Ernte Nr.	1 9 7 0					1 9 7 1						
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
II N : K : P 1,00:1,25:0,4 75:94:30	1 Gesamt	4,07	3,86	0,32	0,67	0,40	0,036	4,73	3,05	0,50	0,89	0,53	0,005
	2	3,22	3,17	0,34	0,64	0,56	0,042	4,38	2,32	0,46	0,94	0,46	0,012
	3	3,36	3,53	0,38	0,61	0,57	0,019	3,17	2,56	0,44	0,84	0,42	0,009
	4	2,38	3,00	0,33	0,50	0,39	0,013	1,97	2,08	0,31	0,58	0,34	0,016
	5	1,58	2,19	0,28	0,41	0,33	0,010	1,63	1,74	0,25	0,52	0,29	0,011
	6	1,05	1,86	0,26	0,34	0,30	0,010	1,42	1,39	0,21	0,45	0,26	0,006
	7 Gesamt	1,15	1,37	0,24	0,36	0,23	0,011	1,34	1,06	0,19	0,42	0,24	0,007
	Stengel	0,57	1,51	0,19	0,25	0,19	0,010	0,85	0,96	0,13	0,36	0,23	0,008
	Blatt	1,67	1,36	0,26	0,63	0,35	0,012	1,67	1,21	0,19	0,73	0,32	0,007
	Kolben	1,51	1,05	0,33	0,07	0,16	0,009	1,63	0,97	0,30	0,05	0,13	0,006
	8 Gesamt	1,18	1,13	0,23	0,32	0,21	0,010	1,30	1,04	0,06	0,34	0,18	0,010
	Stengel	0,55	1,64	0,15	0,26	0,18	0,017	0,57	1,04	0,06	0,34	0,18	0,010
	Blatt	1,77	1,32	0,21	0,90	0,42	0,009	1,45	1,14	0,17	0,95	0,40	0,010
	Kolben	1,43	0,63	0,31	0,02	0,10	0,005	1,63	0,54	0,26	0,04	0,12	0,005
9 Gesamt	1,13	0,96	0,19	0,19	0,18	0,012	1,39	0,64	0,16	0,31	0,20	0,009	
Stengel	0,63	2,40	0,09	0,21	0,29	0,019	0,72	1,35	0,10	0,48	0,39	0,012	
Blatt	0,99	1,07	0,13	0,64	0,29	0,023	1,24	0,88	0,12	0,85	0,38	0,016	
Kolben	1,43	0,43	0,25	0,03	0,11	0,006	1,63	0,35	0,19	0,03	0,07	0,005	
Spindel	0,46	0,90	0,06	0,04	0,05	0,007	0,84	0,64	0,09	0,06	0,02	0,008	
Korn	1,50	0,35	0,29	0,03	0,12	0,006	1,75	0,30	0,21	0,03	0,08	0,005	

II

N : K : P

1,00:1,25:0,4

75:94:30

2. Fortsetzung zu Anhang 4

Nährstoffgehalt in % TM
Sorte In r a k o r n

Düng.-Stufe	Ernte Nr.	1 9 7 0				1 9 7 1							
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
III	1 Gesamt	3,57	3,75	0,32	0,80	0,42	0,026	4,58	3,94	0,48	0,79	0,26	0,035
	2	3,96	3,18	0,37	0,65	0,59	0,033	3,17	2,69	0,45	0,89	0,40	0,012
	3	3,55	3,27	0,39	0,64	0,55	0,025	3,34	2,67	0,46	0,93	0,42	0,009
	4	2,49	2,68	0,33	0,54	0,45	0,010	2,16	2,14	0,32	0,58	0,46	0,007
	5	1,76	2,32	0,27	0,38	0,33	0,006	1,75	1,92	0,26	0,52	0,25	0,009
	6	1,35	1,86	0,25	0,34	0,35	0,008	1,50	1,39	0,21	0,42	0,21	0,013
	7 Gesamt	1,31	1,43	0,23	0,35	0,23	0,011	1,39	1,16	0,20	0,40	0,19	0,009
	Stengel	0,83	1,66	0,15	0,26	0,20	0,012	0,98	1,02	0,13	0,33	0,19	0,011
	Blatt	1,74	1,34	0,25	0,58	0,33	0,012	1,64	1,41	0,21	0,67	0,24	0,007
	Kolben	1,51	1,04	0,32	0,06	0,09	0,009	1,66	0,99	0,31	0,05	0,13	0,007
N : K : P 1,0:1,25:0,4 150:188:60	8 Gesamt	1,39	1,12	0,24	0,32	0,23	0,010	1,31	0,91	0,19	0,41	0,19	0,007
	Stengel	0,76	1,62	0,13	0,28	0,20	0,020	0,67	1,26	0,08	0,40	0,20	0,008
	Blatt	1,98	1,30	0,23	0,84	0,47	0,010	1,43	1,18	0,17	0,97	0,31	0,009
	Kolben	1,48	0,64	0,32	0,02	0,10	0,003	1,64	0,50	0,27	0,03	0,11	0,005
	9 Gesamt	1,24	0,81	0,21	0,22	0,22	0,011	1,42	0,72	0,17	0,31	0,18	0,008
	Stengel	0,74	1,98	0,09	0,30	0,28	0,018	0,81	1,55	0,10	0,48	0,28	0,012
	Blatt	1,07	0,94	0,13	0,60	0,31	0,017	1,23	0,96	0,12	0,78	0,31	0,017
	Kolben	1,50	0,45	0,28	0,04	0,12	0,007	1,69	0,36	0,21	0,03	0,08	0,004
	Spindel	0,47	1,00	0,06	0,04	0,06	0,009	0,47	0,67	0,07	0,05	0,01	0,007
	Korn	1,59	0,36	0,31	0,04	0,13	0,006	1,87	0,31	0,24	0,03	0,09	0,004

III

N : K : P
1,0:1,25:0,4
150:188:60

Nährstoffgehalt in % IM
Sorte Markant

1 9 7 1

1 9 7 0

Düng.-Stufe	Ernte Nr.	N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
I ohne Mineraldünger	1 Gesamt	3,62	3,14	0,31	0,85	0,58	0,021	4,51	3,26	0,45	0,95	0,45	0,025
	2	3,23	3,06	0,32	0,82	0,59	0,042	4,45	2,84	0,50	1,12	0,51	0,014
	3	3,28	3,38	0,38	0,67	0,61	0,028	3,12	3,49	0,46	1,00	0,41	0,022
	4	1,82	2,75	0,29	0,60	0,41	0,012	1,48	2,68	0,28	0,52	0,26	0,009
	5	1,18	2,06	0,24	0,40	0,30	0,010	1,27	1,92	0,21	0,50	0,27	0,008
	6	0,98	1,60	0,22	0,38	0,35	0,011	1,30	1,53	0,18	0,51	0,23	0,008
II	7 Gesamt	0,79	1,36	0,18	0,41	0,23	0,008	1,07	0,92	0,17	0,36	0,20	0,007
	Stengel	0,27	1,67	0,11	0,27	0,16	0,008	0,50	1,03	0,07	0,38	0,20	0,008
	Blatt	1,14	1,30	0,19	0,77	0,39	0,010	1,08	1,04	0,11	0,71	0,23	0,007
	Kolben	1,20	0,81	0,30	0,05	0,10	0,007	1,47	0,74	0,28	0,05	0,19	0,007
III	8 Gesamt	1,08	1,02	0,21	0,36	0,21	0,007	1,11	0,79	0,20	0,31	0,20	0,006
	Stengel	0,38	1,49	0,12	0,29	0,20	0,012	0,40	1,18	0,08	0,37	0,20	0,009
	Blatt	0,97	1,07	0,15	0,63	0,32	0,013	0,99	0,96	0,11	0,80	0,36	0,009
	Kolben	1,29	0,68	0,30	0,06	0,11	0,009	1,45	0,56	0,29	0,03	0,12	0,004
IV	9 Gesamt	1,05	0,75	0,22	0,21	0,32	0,009	1,18	0,72	0,14	0,28	0,18	0,010
	Stengel	0,59	1,40	0,15	0,27	0,23	0,023	0,55	1,57	0,07	0,47	0,31	0,012
	Blatt	0,89	0,71	0,13	0,54	0,31	0,015	0,89	1,00	0,09	0,68	0,31	0,015
	Kolben	1,29	0,53	0,28	0,04	0,13	0,006	1,50	0,37	0,19	0,03	0,08	0,005
	Spindel	0,50	0,94	0,07	0,04	0,06	0,005	0,49	0,71	0,04	0,04	0,02	0,007
	Korn	1,49	0,43	0,34	0,04	0,15	0,006	1,69	0,30	0,22	0,03	0,09	0,005

1. Fortsetzung zu Anhang 5

Nährstoffgehalt in % TM
Sorte M a r k a n t

Düng.-Stufe	Ernte Nr.	1 9 7 0						1 9 7 1					
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
I	1 Gesamt	4,22	3,78	0,30	0,96	0,54	0,021	4,62	3,85	0,46	1,02	0,50	0,033
	2	3,77	3,30	0,34	0,86	0,70	0,038	4,68	3,07	0,48	0,89	0,51	0,010
	3	3,71	3,91	0,40	0,81	0,58	0,017	3,58	3,89	0,49	0,99	0,47	0,012
	4	2,41	3,12	0,32	0,64	0,49	0,010	1,90	2,70	0,28	0,59	0,29	0,006
	5	1,51	2,25	0,25	0,46	0,28	0,008	1,48	1,84	0,23	0,52	0,25	0,010
	6	1,21	1,67	0,22	0,42	0,35	0,011	1,43	1,37	0,17	0,40	0,23	0,007
	7 Gesamt	1,01	1,22	0,19	0,36	0,22	0,009	1,22	1,00	0,18	0,37	0,19	0,007
	Stengel	0,39	1,34	0,12	0,25	0,21	0,010	0,63	1,22	0,08	0,38	0,18	0,008
	Blatt	1,34	1,28	0,19	0,68	0,30	0,011	1,28	1,22	0,14	0,75	0,27	0,007
	Kolben	1,62	0,88	0,33	0,04	0,09	0,004	1,56	0,68	0,28	0,04	0,13	0,006
	8 Gesamt	1,20	0,98	0,22	0,37	0,22	0,010	1,19	0,88	0,15	0,33	0,18	0,006
	Stengel	0,46	1,42	0,13	0,30	0,24	0,018	0,52	1,36	0,06	0,38	0,21	0,008
	Blatt	1,26	1,13	0,14	0,61	0,27	0,014	0,98	1,18	0,11	0,77	0,28	0,008
	Kolben	1,33	0,67	0,30	0,05	0,10	0,003	1,47	0,49	0,23	0,03	0,10	0,004
9 Gesamt	1,18	0,89	0,21	0,25	0,22	0,012	1,29	0,72	0,14	0,35	0,20	0,011	
Stengel	0,67	0,59	0,10	0,34	0,31	0,022	0,54	1,37	0,06	0,55	0,37	0,016	
Blatt	1,05	0,91	0,13	0,56	0,30	0,015	1,09	0,96	0,09	0,71	0,32	0,012	
Kolben	1,47	0,56	0,30	0,04	0,14	0,005	1,52	0,38	0,20	0,03	0,08	0,005	
Spindel	0,61	0,99	0,08	0,04	0,07	0,006	0,51	0,67	0,06	0,04	0,01	0,008	
Korn	1,68	0,46	0,35	0,04	0,16	0,005	1,74	0,32	0,23	0,03	0,09	0,004	

Nährstoffgehalt in % TM
Sorte Markt

Düng.-Stufe	Ernte Nr.	1 9 7 0						1 9 7 1					
		N	K	P	Ca	Mg	Na	N	K	P	Ca	Mg	Na
III	1 Gesamt	4,29	4,04	0,31	0,98	0,46	0,024	4,67	3,49	0,46	0,96	0,50	0,017
	2	4,00	3,40	0,36	0,88	0,69	0,030	4,75	3,08	0,49	1,09	0,53	0,016
	3	3,72	3,87	0,39	0,75	0,62	0,028	3,58	4,01	0,45	0,95	0,42	0,009
	4	2,61	3,48	0,32	0,65	0,61	0,008	2,22	2,40	0,32	0,62	0,36	0,005
	5	1,72	2,44	0,27	0,45	0,37	0,006	1,80	1,76	0,25	0,60	0,33	0,010
	6	1,59	1,98	0,25	0,38	0,27	0,008	1,67	1,41	0,21	0,47	0,26	0,007
	7 Gesamt	1,16	1,17	0,13	0,37	0,21	0,009	1,27	0,96	0,17	0,35	0,20	0,008
III	Stengel	0,68	1,15	0,13	0,32	0,21	0,009	0,72	1,17	0,08	0,40	0,23	0,014
	Blatt	1,41	1,38	0,20	0,61	0,25	0,012	1,34	1,09	0,13	0,63	0,26	0,007
	Kolben	1,60	0,85	0,33	0,05	0,15	0,003	1,59	0,68	0,28	0,05	0,12	0,006
	8 Gesamt	1,15	1,08	0,24	0,40	0,23	0,010	1,27	0,82	0,18	0,31	0,17	0,008
	Stengel	0,67	1,43	0,12	0,38	0,26	0,016	0,47	1,18	0,07	0,42	0,20	0,007
	Blatt	1,13	1,22	0,18	0,63	0,27	0,012	1,24	1,20	0,13	0,71	0,28	0,013
III	Kolben	1,46	0,65	0,29	0,04	0,11	0,005	1,61	0,47	0,24	0,03	0,10	0,005
	9 Gesamt	1,23	0,88	0,22	0,23	0,19	0,011	1,33	0,72	0,15	0,32	0,19	0,007
	Stengel	0,62	1,63	0,10	0,34	0,30	0,023	0,80	1,58	0,09	0,58	0,35	0,015
	Blatt	0,98	0,98	0,14	0,56	0,23	0,011	1,12	1,00	0,12	0,79	0,33	0,012
	Kolben	1,56	0,58	0,29	0,03	0,14	0,006	1,56	0,37	0,19	0,03	0,08	0,005
	Spindel	0,70	1,00	0,10	0,04	0,08	0,005	0,45	0,57	0,05	0,04	0,01	0,008
III	Korn	1,78	0,47	0,34	0,03	0,16	0,006	1,78	0,33	0,22	0,03	0,09	0,005

Anhang 6

Parameter-Tabelle für Nährstoffaufnahme-
Kurve (berechnet nach dem Zeitertragsge-
setz von E.v.BOGUSLAWSKI u. B.SCHNEIDER)

Sorte M a r k a n t

Nähr- stoff	Düng.- Stufe	1 9 7 0				1 9 7 1			
		M	m	z	n	M	m	z	n
N	I	90,0	168,0	2,6	2,6	137,0	148,0	2,0	1,4
	II	141,0	168,0	3,0	2,8	164,0	174,0	2,1	1,9
	III	180,0	133,0	3,4	2,1	159,0	149,0	2,4	1,9
P	I	19,3	148,0	3,7	2,2	20,0	125,0	2,6	1,4
	II	27,4	147,0	4,0	2,3	20,0	149,0	2,6	1,9
	III	31,3	131,0	4,0	1,9	20,5	123,0	3,0	1,7
K	I	131,1	100,9	4,6	1,8	105,3	111,0	3,2	1,7
	II	160,0	107,8	4,8	2,0	117,8	111,0	3,2	1,7
	III	180,0	105,6	4,6	1,9	108,1	111,0	3,6	1,9
Ca	I	34,3	109,5	3,5	1,6	36,2	125,6	2,6	1,6
	II	44,3	114,0	4,0	1,8	50,3	164,2	2,3	1,6
	III	53,5	112,6	3,6	1,6	38,5	133,4	2,8	1,8
Mg	I	20,7	122,0	4,0	2,2	23,8	131,1	2,5	1,3
	II	28,3	131,0	4,4	2,4	27,9	174,0	2,3	1,7
	III	30,3	116,0	5,1	2,3	23,0	139,4	2,5	1,6

Sorte H y m a d o r

N	I	110,0	139,0	3,7	2,2	97,3	124,0	1,8	1,1
	II	127,0	139,0	3,3	2,7	117,0	121,0	1,9	1,1
	III	160,0	114,4	3,8	118,0	109,0	122,0	2,1	1,3
P	I	22,0	115,0	4,9	1,8	14,5	107,0	2,5	1,2
	II	27,0	113,0	4,3	1,6	16,7	115,0	2,3	1,2
	III	28,0	117,0	4,4	1,7	15,6	112,0	2,5	1,3
K	I	114,0	105,0	5,5	2,0	75,0	105,0	2,1	1,1
	II	140,0	100,0	4,3	1,7	83,1	107,0	2,1	1,2
	III	167,0	100,0	4,4	1,7	100,0	108,0	2,3	1,1
Ca	I	31,0	111,3	4,2	1,6	23,0	111,0	2,4	1,3
	II	33,7	104,0	3,7	114,0	26,0	116,0	2,4	1,4
	III	35,9	103,0	4,0	1,5	28,0	120,0	2,6	1,5
Mg	I	22,1	139,0	5,0	2,9	16,1	108,0	2,5	1,1
	II	20,2	139,0	4,9	3,0	18,0	117,0	2,4	1,2
	III	23,5	109,0	5,4	2,2	17,0	115,0	2,5	1,3

Anhang 7

Parameter-Tabelle für TM-Kurve

Sorte M a r k a n t

	Düng.- Stufe	1 9 7 0				1 9 7 1			
		M	m	z	n	M	m	z	n
TM	I	110,0	129,0	3,9	1,6	130,0	130,9	3,2	1,3
	II	150,0	132,0	4,2	1,7	140,0	133,2	3,4	1,4
	III	170,0	129,0	4,0	1,5	139,4	129,2	3,4	1,3

Sorte H y m a d o r

TM	I	97,0	118,0	4,9	1,7	80,0	117,0	3,0	1,1
	II	125,0	120,0	4,2	1,5	90,0	119,0	2,9	1,2
	III	135,0	113,0	4,4	1,4	90,0	120,0	3,1	1,2

An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr.Dr.h.c.E. von Boguslawski, für die Überlassung des Themas, das stets entgegengebrachte Interesse sowie die wertvollen Anregungen und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit meinen herzlichen Dank aussprechen.

Herrn Dr.K. Grass danke ich besonders für die Hilfe, die er mir bei der Ausführung dieser Arbeit entgegenbrachte.

Ebenso bedanke ich mich bei allen Mitarbeitern, insbesondere Frau Dipl.math.Weiß für die Auswertung der mathematischen Werte.

Lebenslauf

Am 30. November 1939 wurde ich, Khalil T a h a i, als Sohn des Najmoddin Tahai und seiner Ehefrau Zahra in Polssara - Schahsavar, Iran, geboren.

Von 1947 bis 1953 besuchte ich die Volksschule "Bahram" in Polssara. Danach trat ich in die Oberschule und das naturwissenschaftliche Gymnasium "Haddaf Nr. 3" in Teheran ein, wo ich das Abitur absolvierte.

1961/62 mußte ich 18 Monate Wehrdienst ableisten.

Vom 24.11.1963 bis zum 6.4.1964 machte ich bei einer Familie in Bad Godesberg mein landwirtschaftliches Praktikum. Danach besuchte ich zwei Semester (vom 8.4.1964 bis zum 18.3.65) das Studienkolleg. Anschließend studierte ich vom 23.4.1965 bis zum 23.10.1969 an der Justus Liebig-Universität in Gießen Landwirtschaft, wo ich die Diplomhauptprüfung mit der Note "gut" bestand.

Seit Januar 1970 bin ich als Doktorand im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität Gießen.

